

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-333021

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

H04B 10/20  
H04J 14/00  
H04J 14/02  
H04J 14/08  
H04L 12/56  
H04L 29/06  
H04Q 3/52

(21)Application number : 2000-254584

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 24.08.2000

(72)Inventor : OKADA AKIRA  
SAKAMOTO TAKASHI  
SAKAI YOSHIHISA  
NOGUCHI KAZUTO  
MATSUOKA SHIGETO  
SUZUKI SENTA  
KATO KAZUTOSHI

(30)Priority

Priority number : 11238794  
2000070872

Priority date : 25.08.1999  
14.03.2000

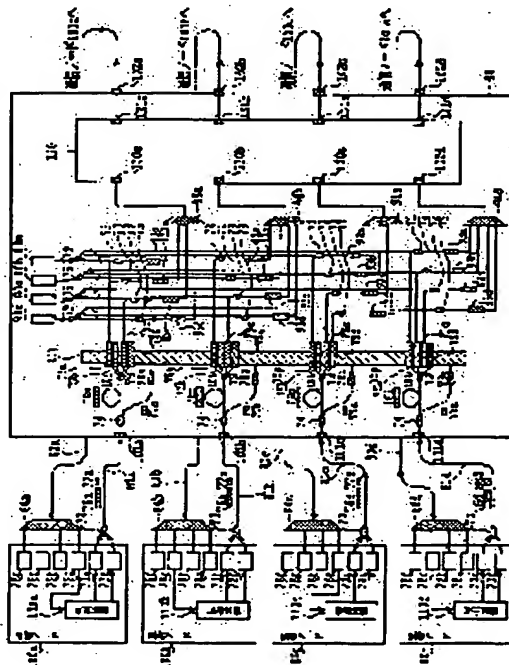
Priority country : JP  
JP

## (54) MULTIWAVELENGTH LIGHT SOURCE DEVICE, OPTICAL COMMUNICATION EQUIPMENT AND OPTICAL COMMUNICATING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce load on respective communication nodes for multiwavelength light sources and also to reduce setting work of transmission time difference in the respective communication node.

SOLUTION: Optical communication equipment converts optical signals 76a to 76d into desired wavelengths  $\lambda_a$  to  $\lambda_d$  with optical label signals 77a to 77d having the destination information of the optical signals 76a to 76d in light sources 88a to 88d for sharing that can be shared by the respective communication nodes 100a to 100d and routes up to destination communication nodes with the wavelength routing function of a wavelength regenerative array waveguide diffraction grating 120 without converting the optical signals into electric signals. The multiwavelength light sources that can be shared by the respective communication nodes are installed in a routing device 80. In each communication node, an optical gate device, etc., for returning the optical signal to a self-communication node through the routing device is attached, and controllers 110a to 110d adjust the transmission time difference between the optical signal and its optical label signal.



---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 24.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3448268

[Date of registration] 04.07.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(1) 特許出願公開番号

特開2001-333021

(P2001-333021A)

(43)公図日 平成13年11月30日(2001.11.30)

(51)Int.CL'	識別記号	FI	テロト'(秒毎)
H04B 10/20		H04Q 3/52	C 5K002
H04J 14/00		H04B 9/00	N 5K030
14/02			E 5K034
14/08			D 5K069
H04L 12/56		H04L 11/20	102D

審査請求 有 請求項の数19 OL (全 34 頁) 最終頁に添く

審査請求 有 請求項の数19 OL (全 34 頁) 最終頁に減く

(21)出願番号	特願2000-254584(P2000-254584)	(71)出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22)出願日	平成12年8月24日(2000.8.24)	(72)発明者	岡田 阳 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平11-238794	(72)発明者	坂本 尊 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
(32)優先日	平成11年8月25日(1999.8.25)	(74)代理人	100377481 弁理士 谷 盛一 (外1名)
(33)優先権主張国	日本(JP)		
(31)優先権主張番号	特願2000-70872(P2000-70872)		
(32)優先日	平成12年3月14日(2000.3.14)		
(33)優先権主張国	日本(JP)		

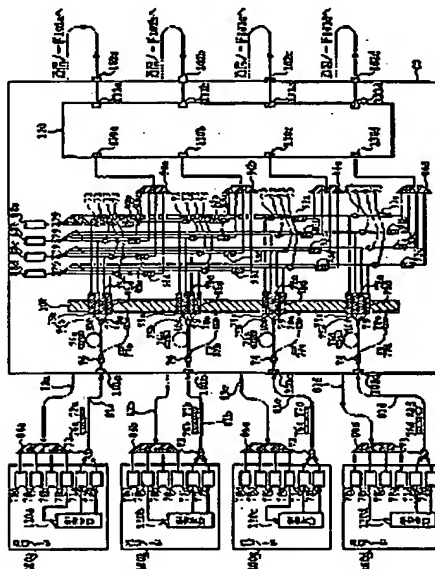
## 最終頁に臨く

(54) 【発明の名称】 多波長光導装置、光通信装置および光通信方法

(57)【要約】

【課題】 多波長光源に関する各通信ノードの負担を軽減し、また各通信ノードにおいて送出時間差の設定に関する作業の軽減を図る。

【解決手段】 光通信装置は、各通信ノード100a～100dが共有できる共有用の光源88a～88dにおいて、光信号76a～76dの宛先情報をもつ光ラベル信号77a～77dによってその光信号を所望の波長 $\lambda_a \sim \lambda_d$ に変換し、波長周回性アレイ導波路型回折格子120の波長ルーティング機構によって、宛先通信ノードまで光信号を電気信号に変換することなくルーティングする。各通信ノードが共有できる多波長光源をルーティング装置80内に設置する。各通信ノードにおいて、光信号をルーティング装置を通して自己の通信ノードに戻す為の光ゲート器等を付加し、光信号とその光ラベル信号との送出時間差を制御装置110a～110dにより調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように、前記光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、

前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された光信号を第1光路と第2光路に分岐する第1の光分岐器と、

前記第1の光分岐器の前記第1光路を通過した前記光信号を受信する光受信器と、

前記第1の光分岐器の前記第2光路を通過した前記光信号を複数の光路に分岐する第2の光分岐器と、

前記第2の光分岐器の各出力ポートに接続され、前記光信号を透過又は遮断する機能をもつ光ゲート器と、

前記光受信器で受信した前記光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート器を駆動制御する制御部と、

前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記光信号が前記光ゲート器に入射しないように制御する、前記第1の光分岐器と前記第2の光分岐器との間に設置された光遅延器と、

前記光ゲート器の各出力ポートに接続され、該光ゲート器の各出力ポートから出力する前記光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、

前記各通信ノードに共有され、前記波長変換器の各々に前記所望の波長の連続光を供給する多波長光源と、

前記波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記光信号を合波して光ファイバに出力する光合波器と、

前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具えたことを特徴とする多波長光源装置。

【請求項2】 複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記主光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように該主光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、

前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された前記主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の前記制御用光信号とを、第1光路と第2光路に分岐する光分岐器と、

前記光分岐器の前記第1光路を通過した前記制御用信号

を受信する光受信器と、

前記光分岐器の前記第2光路を通過した前記主光信号を複数の光路に分岐する光分岐器と、

前記光分岐器の各出力ポートに接続され、前記主光信号を透過又は遮断する機能をもつ光ゲート器と、

前記光受信器で受信した前記制御用光信号が有する前記主光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート器を駆動制御する制御部と、

前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記主光信号が前記光ゲート器に入射しないように制御する、前記光分岐器と前記光分岐器との間に設置された光遅延器と、

前記光ゲート器の各出力ポートに接続され、該光ゲート器の各出力ポートから出力する前記主光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、

前記各通信ノードに共有され、前記波長変換器の各々に前記所望の波長の連続光を供給する多波長光源と、

前記波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記主光信号を合波して光ファイバに出力する光合波器と、

前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具えたことを特徴とする多波長光源装置。

【請求項3】 複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記主光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように該主光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、

前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、

前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された前記主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の前記制御用光信号とを、第1光路と第2光路に分岐する光分岐器と、

前記光分岐器の前記第1光路を通過した前記制御用信号を受信する光受信器と、

前記光分岐器の前記第2光路を通過した前記主光信号を複数の光路に分岐する光分岐器と、

前記光分岐器の各出力ポートに接続され、該出力ポートから出力する主光信号の波長を所望の波長に変換する変換手段と、該主光信号を透過又は遮断する光ゲート手段とを有する光ゲート機能付きの波長変換器と、

前記光受信器で受信した前記制御用光信号が有する前記主光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート手段を駆動制御する制御部と、

前記制御部が前記光ゲート手段を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記主光信号が前記光ゲート手段に入

射しないように制御する。前記光分岐器と前記光分岐器との間に設置された光遅延器と、

前記各通信ノードに共有され、前記光ゲート機能付きの波長変換器の各々に前記所望の波長の連続光を供給する多波長光源と、

前記光ゲート機能付きの波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記主光信号を合波して光ファイバに出力する光合波器と、

前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具えたことを特徴とする多波長光源装置。 10

【請求項4】 複数の通信ノードが波長ルーティング方式により接続される光ネットワークシステムにおいて、該各通信ノードから送出されるルーティングに関する制御情報を含む光信号を所望の通信ノードへ送られるように該光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、

前記各通信ノードから送信された光信号を第1光路と第2光路に分岐する第1の光分岐器と、

前記第1光路を通過した前記光信号を受信する光受信器と、 20

前記第2光路を通過した前記光信号を複数の光路に分岐する第2の光分岐器と、

前記第2の光分岐器で分岐された前記光信号を透過又は遮断する複数の光ゲート器と、

前記光ゲート器から出力する前記光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、

前記光受信器で受信した前記光信号のルーティングに関する制御情報を基に前記光ゲート器を制御する制御部と、

前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記光信号が前記光ゲート器に入射しないように光路長を調整する光遅延器と、

前記波長変換器の各々に所望の波長の光を供給する多波長光源と、

前記波長変換器で波長変換された前記光信号を合波して出力する光合波器とを具えたことを特徴とする多波長光源装置。

【請求項5】 前記各通信ノードから送出される前記光信号は、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有して該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記第1の光分岐器は該主光信号を前記第2光路に分岐し、該制御用光信号を前記第1光路に分岐することを特徴とする請求項4に記載の多波長光源装置。 40

【請求項6】 前記波長変換器は前記第2の光分岐器で分岐された前記光信号の波長を所望の波長に変換し、前記複数の光ゲート器は前記波長変換器から出力する所望の波長に波長変換された前記光信号を透過又は遮断するように、前記第2の光分岐器に対する前記光ゲート器と 50

前記波長変換器の接続位置を反転したことを特徴とする請求項4または5に記載の多波長光源装置。

【請求項7】 前記各通信ノードから前記光信号として主光信号と該主光信号のルーティングに関する制御情報を有して該主光信号と異なる波長の制御用光信号とが送出され、

前記波長変換器および前記光ゲート器に反転して、前記第2光路を通過した前記主光信号の波長を前記所望の波長に変換する波長変換機能と該主光信号を透過又は遮断する光ゲート機能の両方を備えた光ゲート機能付の波長変換器を具えたことを特徴とする請求項4に記載の多波長光源装置。

【請求項8】 前記第1の光分岐器を介して前記光信号を送出した通信ノードへ、前記制御部の制御情報を送出する光送信器をさらに具えたことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の多波長光源装置。

【請求項9】 前記多波長光源装置は、前記各通信ノードが光信号の送出時および受信した光信号の再生時に用いる基準クロック周波数を供給する基準クロック周波数生成手段と、該基準クロック周波数生成手段から生成された前記基準クロック周波数を前記各通信ノードに分配する基準クロック周波数分配手段とを有することを特徴とする請求項4から8のいずれかに記載の多波長光源装置。

【請求項10】 前記通信モード出力ポートは、波長ルーティング機能を有する光部品を所望の入力ポートに接続されたことを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の多波長光源装置。

【請求項11】 前記波長変換器の後段に接続されている光合波器と前記通信モード出力ポートとの間に、波長ルーティング機能を有する光部品を接続したことを特徴とする請求項1ないし9のいずれかに記載の多波長光源装置。 30

【請求項12】 前記波長ルーティング機能を有する光部品として、波長周回性を有するアレイ導波路型回折格子を用いたことを特徴とする請求項10又は11記載の多波長光源装置。

【請求項13】 前記波長変換器として、半導体増幅素子を用いたことを特徴とする請求項1ないし12のいずれかに記載の多波長光源装置。

【請求項14】 光信号を送信する光信号送信器と、前記光信号のルーティングに関する制御情報をもつ光ラベル信号を送信する光ラベル信号送信器とを備え、前記光信号と該光信号の前記光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出する複数の通信ノードと、

各前記通信ノードに対し光伝送路を介して接続され前記光信号と前記光ラベル信号とを分離する分離器と、該分離器で分離された前記光ラベル信号を受信する光ラベル信号受信器と、前記分離器で分離された前記光信号をほぼ等しい長さの複数の光路に分岐する光分岐器と、前記

複数の光路の内の1つの対応する光路にそれぞれ接続され前記光ラベル信号の情報に基づいて前記光信号を透過または遮断することでルーティングを行う複数の光ゲート器とを備え、前記光ラベル信号受信器で受信した前記光ラベル信号の制御情報に基づき前記複数の光ゲート器を選択的に駆動して前記光信号を透過あるいは遮断するルーティング装置とを具備する光通信装置であって、

前記通信ノードは、それぞれ、自己通信ノード宛の光信号を前記光信号送信器を介して送信する光信号送信手段と、

自己通信ノード宛の光ラベル信号を前記光ラベル信号送信器を介して送信する光ラベル信号送信手段と、

前記ルーティング装置を通過して戻された前記自己通信ノード宛の光信号を受信する光受信器と、

前記光受信器で受信された光信号を診断する診断手段と、

該診断手段の診断結果に応じて前記光信号と前記光ラベル信号との送出時間差を調整する調整手段とを有することを特徴とする光通信装置。

【請求項15】 前記ルーティング装置は、前記通信ノードから前記自己通信ノード宛の光信号と該光信号の光ラベル信号を受信した場合に、開状態となる自己通信ノード用光ゲート器を有することを特徴とする請求項14に記載の光通信装置。

【請求項16】 前記ルーティング装置は、前記自己通信ノード用光ゲート器を通過した前記自己通信ノード宛の光信号を当該光信号を送出した前記通信ノードに戻す通信光路と接続することを特徴とする請求項15に記載の光通信装置。

【請求項17】 光信号と該光信号の光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出する複数の通信ノードと、受信した前記光ラベル信号の制御情報に基づき受信した前記光信号を透過あるいは遮断することで光信号のルーティングを行うルーティング装置とを用いて光信号の通信を行う光通信方法であって、

前記複数の通信ノードのそれぞれにおいて、前記光ラベル信号を用いて当該通信ノード自らに宛てた自己通信ノード宛光信号と該光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出するステップと、

前記自己通信ノード宛光信号を前記ルーティング装置を経由して受信するステップと、

該受信した自己通信ノード宛光信号が誤りなく受信されたか否かを検査するステップと、

該検査結果に応じて、前記自己通信ノード宛光信号が誤りなく受信されるように、前記自己通信ノード宛光信号と前記光ラベル信号の送出時間差を定め、該定めた送出時間差を当該通信ノードにおける光信号と該光信号に対する前記光ラベル信号の送出時間差として設定するステップとを有することを特徴とする光通信方法。

【請求項18】 前記検査ステップにおいて、前記自己

通信ノード宛光信号が誤りなく受信されたと診断されるまで、前記各ステップの処理を繰り返すことを特徴とする請求項17に記載の光通信方法。

【請求項19】 前記ルーティング装置において、前記通信ノードから前記自己通信ノード宛光信号と該光信号に対する前記光ラベル信号とを受信した場合に、該光ラベル信号に基づいて自己通信ノード用光ゲート器を開状態にすることで、前記自己通信ノード宛光信号を該光信号を送出した前記通信ノードに戻すステップを有することを特徴とする請求項17または18に記載の光通信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光信号のルーティングに必要な制御情報をもつ光ラベル信号を利用して光信号のルーティング処理を行う光パケットルーティングシステムに関し、更に詳しくは、複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムに利用される多波長光源装置、および複数の通信ノード間の通信がルーティング装置を介して行われる光通信システムで用いられる光通信装置および光通信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】インターネット、携帯電話などの爆発的な普及に伴い、ネットワークの大容量化に向けて内外で活発な研究開発が進められている。従来のネットワークを構成する各通信ノードでは、光ファイバ伝送路からの光信号を電気信号に変換したのちに宛先情報などを読取り、この情報を元に信号を所望の出力ポートへ電氣的にスイッチングし、出力ポートにおいて光に変換後、光ファイバ伝送路へ送出する。しかしながら、トラフィックの指数関数的な増大に伴い、近い将来、電気による信号の経路制御（ルーティング）処理能力は限界に達すると考えられている。この問題の解決には、通信ノードにおいて、光信号を電気に変換せずに光レイヤで信号のルーティングを行う、すなわち、光信号を電気に変換せずにルーティングする技術が重要となる。

【0003】これを實現する一つの要素技術として、波長ルーティング技術が注目されている。この波長ルーティング技術では、図1に概念的に示したように、ある一つの入力ポートに入力した光信号が波長によって異なる出力ポートに出力する（ルーティングする）波長選択性を有する光デバイス（例えば、アレイ導波路型回折格子）を用いることにより、光信号を電気に変換せずに光信号のルーティングが可能である。

【0004】図2は、波長周回性を有するアレイ導波路型回折格子の波長ルーティング機能を利用して、複数の通信ノード間を接続するネットワークシステムの概略構成を概念的に示している。このネットワークシステムでは、波長ルーティング処理機能をもつ波長周回性アレイ

導波路型回折格子60において、通信ノードから送信された光信号に対してルーティングのための電気処理を介することなく、光信号の波長により、光の状態のままでルーティングが行われるために、高速のルーティングが可能である。

【0005】図2の構成を説明すると、このネットワークシステムは、複数N個の通信ノード30（通信ノード#1～通信ノードN）と、波長ルーティング処理機能をもつ波長周回性アレイ導波路型回折格子60とからなる。各通信ノード30には、1つの送信装置40と、1つの受信装置50とがそれぞれ設けられている。送信装置40は、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ の光信号を出力するN個の光源41を有している。

【0006】各通信ノード30の送信装置40から送信された光信号（波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ ）は、波長ルーティング処理機能をもつ波長周回性アレイ導波路型回折格子60に導入される。波長周回性アレイ導波路型回折格子60では、各通信ノード30から送信された光信号に対して、光信号の波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ に応じて異なる出力ポートへのルーティング処理が行われる。このルーティング処理は、電気処理を介することなく、光信号の波長によって、光の状態のままで行われるため、広域区域の遠距離通信における高速のルーティング処理が可能である。

【0007】波長周回性アレイ導波路型回折格子60から出力された光信号（波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ ）は、各通信ノード30内の受信装置50に導かれる。

【0008】波長周回性アレイ導波路型回折格子60における波長ルーティング処理の詳細を、図3を参照して説明する。各通信ノード#1～#4から波長の異なる光信号（波長 $\lambda_1 \sim \lambda_N$ ）が送信され、波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート61a～61dに入力されるものとする。このとき、通信ノード#1から入力ポート61aに送信される光信号は、その波長が $\lambda_1$ のときは出力ポート62aから出力され、その波長が $\lambda_2$ のときは出力ポート62bから出力され、その波長が $\lambda_3$ のときは出力ポート62cから出力され、その波長が $\lambda_4$ のときは、出力ポート62dから出力される。

【0009】通信ノード#2から入力ポート61bに送信される光信号は、その波長が $\lambda_1$ のときは出力ポート62dから出力され、その波長が $\lambda_2$ のときは出力ポート62aから出力され、その波長が $\lambda_3$ のときは出力ポート62bから出力され、その波長が $\lambda_4$ のときは、出力ポート62cから出力される。

【0010】通信ノード#3から入力ポート61cに送信される光信号は、その波長が $\lambda_1$ のときは出力ポート62cから出力され、その波長が $\lambda_2$ のときは出力ポート62dから出力され、その波長が $\lambda_3$ のときは出力ポート62aから出力され、その波長が $\lambda_4$ のときは、出力ポート62bから出力される。

【0011】通信ノード#4から入力ポート61dに送

信される光信号は、その波長が $\lambda_1$ のときは出力ポート62bから出力され、その波長が $\lambda_2$ のときは出力ポート62cから出力され、その波長が $\lambda_3$ のときは出力ポート62dから出力され、その波長が $\lambda_4$ のときは、出力ポート62aから出力される。

【0012】従って、このようなルーティングによって、各通信ノード#1～#4から送出される同一波長の光信号が、同一の出力ポートに出力されることがない。すなわち、図3に示すような波長周回性アレイ導波路型回折格子からなる波長ルーティングでは、波長周回性アレイ導波路型回折格子の異なるポートに入力した同一波長の光信号は、それぞれ異なる出力ポートに出力することから、出力ポートにおいて、同一波長データ間の競合が生じないという特徴を有している。

【0013】次に、本発明の第2の形態に関わる従来技術を説明する。従来、ルーティング装置を介して複数の通信ノード間の光通信を行う光通信システムとして、図4に示すような構成のシステムが提供されている。

【0014】各通信ノード100a～100dは、それぞれ対応する、1つの光信号76a～76dを送信する1つの光信号送信器71a～71dと、光信号のルーティングに必要な制御情報をもつ1つの光ラベル信号77a～77dを送信する1つの光ラベル信号送信器72a～72dとを備えている。

【0015】ルーティング装置80は、各通信ノード100a～100dとそれぞれの光伝送路81a～81dを介して接続され、光信号と光ラベル信号を分離する光分波器74と、この光分波器74で分離された光ラベル信号を受信する光受信器78eと、光分波器74で分離された光信号を複数の光路に分岐する光分岐器79と、複数の光路のそれぞれに接続され光ラベル信号77a～77dの制御情報に基づいて光信号を透過または遮断するルーティング処理により光路を選択する複数の光ゲート器75a～75dとを備えている。光ゲート器75a～75dを制御する制御回路部は図示を省略している。

【0016】複数の通信ノード100a～100d（本図の例では、4つの通信ノード#1～#4）のそれぞれから送出された光信号76a～76dと、この光信号のルーティングを示す制御情報を含む光ラベル信号77a～77dとが、光伝送路81a～81dを通ってルーティング装置80に達すると、光信号76a～76dと光ラベル信号77a～77dは、ルーティング装置80内に各通信ノードに対応してそれぞれ設けられている光分波器74によって分離される。

【0017】さらに、各光信号76a～76dはそれぞれ光分波器74の後段にある光分岐器79で分岐され、ほぼ等しい長さの複数の光路（本図の例では3本の光路）を通ってそれぞれの光ゲート器（本図の例では、75a～75dのうちの3個）へ導かれる。一方、光ラベル信号77a～77dは光受信器78eへ導かれる。次

に、複数の光ゲート器75a~75dのなかで、光受信器78eで受信した光ラベル信号の情報をもとに駆動する1つまたは複数の光ゲート器を、その光信号が透過することで、その光信号の光路82a~82dが選択される。

【0018】光信号76(76a~76dの代表番号)がルーティング装置80の光分波器74の入力ポートから光ゲート器75(75a~75dの代表番号)に到着するまでの時間を $t_1$ 、その光信号76に対する光ラベル信号77(77a~77dの代表番号)がその光分波器74の入力ポートから光受信器78eに到着するまでの時間を $t_2$ 、光受信器78eが光ラベル信号77の受信を終了してから光ゲート器75が駆動する(光信号を透過できる)までの時間を $t_3$ とする。この条件下で、光ゲート器75において、光信号76が正しくゲーティング処理されるためには、各通信ノード100(100a~100dの代表番号)は、光分波器74の入力ポート直前においての光信号76と光ラベル信号77とが、下記の式1を満足する相対的時間差 $T'$ (光信号76のフロントと光ラベル信号77のエンドの時間差(図5に符号90で示す))となるように、両信号76、77を時間差を置いてそれぞれ送出する必要がある。

【0019】 $T' > t_2 + t_3 - t_1$

…(式1)一方、通信ノード100間のデータ通信効率を高くするために、図6に示すように、光信号76が光ゲート器75に到着してから、光ゲート器75が駆動し、光信号が透過できる状態(符号92で示す時点)になるまでの時間差 $\Delta t$ (符号91で示す)をできるだけ小さくするように、各通信ノード100は、上記式1の相対的時間差 $T'$ を調整することが要求される。

【0020】上記式1の $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ を予め測定することにより、光信号76が光ゲート器75において正しくゲーティング処理されるために必要な、光信号76と光ラベル信号77の相対的時間差 $T'$ を決定することはできる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図2に示したような従来のネットワークシステムにおいては、ネットワークを構成している通信ノード数が複数N個の場合、各通信ノードのそれぞれに対して、波長周回性アレイ導波路型回折格子の波長特性に合わせて、厳密に波長が設定された光源をN個設ける必要があり、ネットワークシステム全体として、 $N \times N$ 個の光源を用意する必要があるという解決すべき課題がある。特に、各通信ノードに対してN個の光源を設置することは、通信ノードのスペースやコスト等の負担が大きいため、ネットワークシステム全体としてもコスト高となる。

【0022】本発明の第1の形態は、上述したような従来の波長ルーティングがもつ解決すべき課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、各通信ノードが共有で

きる光源を設けることにより、各通信ノードに必要な光源の数を削減させることと、各通信ノードが厳密な波長を要求するデータ送信用光源を個別に備える必要がないこと、を可能にする光通信装置を提供することにある。

【0023】さらに、本発明の第1の形態の付随する目的は、各通信ノードが厳密な波長をもつデータ送信用光源を備える必要性のない簡潔なシステムを構築することが可能な光通信装置を提供することにある。

【0024】また、図4で説明したような、光ラベル信号を利用した光通信システムでは、一様に、ルーティング装置80において、光信号と光ラベル信号の分離を容易にするために、これら信号にはそれぞれ異なる波長が用いられている。そのため、光信号の伝送媒体である光ファイバの波長分散の影響を受け、光信号と光ラベル信号の相対的時間差は伝送距離によって変化する。その結果、通信ノード100において定めた光信号と光ラベル信号の送出時間差 $T$ と、ルーティング装置80にある光分波器74の入力ポート直前における相対的時間差 $T'$ とは異なる値となる。各通信ノード100からルーティング装置80までの距離はまちまちであるために、通信ノード100毎に、相対的時間差 $T'$ が上記の式1を満足するように、光信号と光ラベル信号の送出時間差 $T$ を調整する必要がある。

【0025】しかしながら、通常、ルーティング装置と各通信ノードは、物理的に離れた場所に設置されているので、上記送出時間差 $T$ を各通信ノードで設定する場合に、各通信ノードに正しくデータが届いたか否かを、リアルタイムに追跡しながら調整する必要がある。従来構成のままでは作業が非常に煩雑となるという点があった。

【0026】本発明の第2の形態は、上述の点に鑑みてなされたものであって、その目的は、通信ノードから送出される光信号がルーティング装置の光ゲート器を不適切なタイミングで透過することでその光信号の一部あるいはすべてが喪失することがないように、光信号とこの光信号に対する光ラベル信号の送出時間差 $T$ を各通信ノードにおいて自立的に調整できるようにし、これにより各通信ノードにおいての送出時間差 $T$ の設定に関する作業の大幅な軽減を実現可能にした光通信装置および光通信方法を提供することにある。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の多波長光源装置の発明は、複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように、前記光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された光信号を第1



光路と第2光路に分岐する第1の光分岐器と、前記第1の光分岐器の前記第1光路を通過した前記光信号を受信する光受信器と、前記第1の光分岐器の前記第2光路を通過した前記光信号を複数の光路に分岐する第2の光分岐器と、前記第2の光分岐器の各出力ポートに接続され、前記光信号を透過又は遮断する機能をもつ光ゲート器と、前記光受信器で受信した前記光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート器を駆動制御する制御部と、前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記光信号が前記光ゲート器に入射しないように制御する、前記第1の光分岐器と前記第2の光分岐器との間に設置された光遅延器と、前記光ゲート器の各出力ポートに接続され、該光ゲート器の各出力ポートから出力する前記光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、前記各通信ノードに共有され、前記波長変換器の各々に前記所望の波長の連続光を供給する多波長光源と、前記波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記光信号を合流して光ファイバに出力する光合波器と、前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具備することを特徴とする。

【0028】上記目的を達成するため、請求項2の多波長光源装置の発明は、複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記主光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように該主光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された前記主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の前記制御用光信号とを、第1光路と第2光路に分岐する光分岐器と、前記光分岐器の前記第1光路を通過した前記制御用信号を受信する光受信器と、前記光分岐器の前記第2光路を通過した前記主光信号を複数の光路に分岐する光分岐器と、前記光分岐器の各出力ポートに接続され、前記主光信号を透過又は遮断する機能をもつ光ゲート器と、前記光受信器で受信した前記制御用光信号が有する前記主光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート器を駆動制御する制御部と、前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記主光信号が前記光ゲート器に入射しないように制御する、前記光分岐器と前記光分岐器との間に設置された光遅延器と、前記光ゲート器の各出力ポートに接続され、該光ゲート器の各出力ポートから出力する前記主光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、前記各通信ノードに共有され、前記波長変換器の各々に前記所望の波長の連続光を供給する多波

長光源と、前記波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記主光信号を合流して光ファイバに出力する光合波器と、前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具備することを特徴とする。

【0029】上記目的を達成するため、請求項3の多波長光源装置の発明は、複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムの各通信ノードから送出される、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記主光信号の波長を所望の通信ノードへ送られるように該主光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記複数の通信ノードに各々接続された複数の通信ノード入力ポートと、前記各通信ノード入力ポートに接続され、前記各通信ノードから送信された前記主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有し該主光信号と異なる波長の前記制御用光信号とを、第1光路と第2光路に分岐する光分岐器と、前記光分岐器の前記第1光路を通過した前記制御用信号を受信する光受信器と、前記光分岐器の前記第2光路を通過した前記主光信号を複数の光路に分岐する光分岐器と、前記光分岐器の各出力ポートに接続され、該出力ポートから出力する主光信号の波長を所望の波長に変換する変換手段と、該主光信号を透過又は遮断する光ゲート手段とを有する光ゲート機能付きの波長変換器と、前記光受信器で受信した前記制御用光信号が有する前記主光信号のルーティングに関する制御情報をもとに前記光ゲート手段を駆動制御する制御部と、前記制御部が前記光ゲート手段を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記主光信号が前記光ゲート手段に入射しないように制御する、前記光分岐器と前記光分岐器との間に設置された光遅延器と、前記各通信ノードに共有され、前記光ゲート機能付きの波長変換器の各出力ポートから出力される波長変換された前記主光信号を合流して光ファイバに出力する光合波器と、前記光合波器と前記光ファイバを介して接続された通信モード出力ポートとを具備することを特徴とする。

【0030】上記目的を達成するため、請求項4の多波長光源装置の発明は、複数の通信ノードが波長ルーティング方式により接続される光ネットワークシステムにおいて、該各通信ノードから送出されるルーティングに関する制御情報を含む光信号を所望の通信ノードへ送られるように該光信号の波長を所望の波長に変換する多波長光源装置であって、前記各通信ノードから送信された光信号を第1光路と第2光路に分岐する第1の光分岐器と、前記第1光路を通過した前記光信号を受信する光受信器と、前記第2光路を通過した前記光信号を複数の光路に分岐する第2の光分岐器と、前記第2の光分岐器で

分岐された前記光信号を透過又は遮断する複数の光ゲート器と、前記光ゲート器から出力する前記光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換器と、前記光受信器で受信した前記光信号のルーティングに関する制御情報を基に前記光ゲート器を制御する制御部と、前記制御部が前記光ゲート器を駆動する前に、前記第2光路を通過した前記光信号が前記光ゲート器に入射しないように光路長を調整する光遅延器と、前記波長変換器の各々に所望の波長の光を供給する多波長光源と、前記波長変換器で波長変換された前記光信号を合流して出力する光合流器とを具えたことを特徴とする。

【0031】ここで、前記各通信ノードから送出される前記光信号は、主光信号と、該主光信号のルーティングに関する制御情報を有して該主光信号と異なる波長の制御用光信号とを含み、前記第1の光分岐器は該主光信号を前記第2光路に分岐し、該制御用光信号を前記第1光路に分岐することを特徴とすることができる。

【0032】また、前記波長変換器は前記第2の光分岐器で分岐された前記光信号の波長を所望の波長に変換し、前記複数の光ゲート器は前記波長変換器から出力する所望の波長に波長変換された前記光信号を透過又は遮断するように、前記第2の光分岐器に対する前記光ゲート器と前記波長変換器の接続位置を置換したことを特徴とすることができる。

【0033】また、前記各通信ノードから前記光信号として主光信号と該主光信号のルーティングに関する制御情報を有して該主光信号と異なる波長の制御用光信号とが送出され、前記波長変換器および前記光ゲート器に置換えて、前記第2光路を通過した前記主光信号の波長を前記所望の波長に変換する波長変換機能と該主光信号を透過または遮断する光ゲート機能の両方を備えた光ゲート機能付の波長変換器を具えたことを特徴とすることができる。

【0034】また、前記第1の光分岐器を介して前記光信号を送出した通信ノードへ、前記制御部の制御情報を送出する光送信器をさらに具えたことを特徴とすることができる。

【0035】また、前記多波長光源装置は、前記各通信ノードが光信号の送出時および受信した光信号の再生時に用いる基準クロック周波数を供給する基準クロック周波数生成手段と、該基準クロック周波数生成手段から生成された前記基準クロック周波数を前記各通信ノードに分配する基準クロック周波数分配手段とを有することを特徴とすることができる。

【0036】また、前記通信モード出力ポートは、波長ルーティング機能を有する光部品の所望の入力ポートに接続されたことを特徴とすることができる。

【0037】また、前記波長変換器の後段に接続されている光合流器と前記通信モード出力ポートとの間に、波長ルーティング機能を有する光部品を接続したことを特

徴とすることができる。

【0038】また、前記波長ルーティング機能を有する光部品として、波長周回性を有するアレイ導波路型回折格子を用いたことを特徴とすることができる。

【0039】また、前記波長変換器として、半導体増幅素子を用いたことを特徴とすることができる。

【0040】上記目的を達成するため、請求項14の光通信装置の発明は、光信号を送信する光信号送信器と、前記光信号のルーティングに関する制御情報をもつ光ラベル信号を送信する光ラベル信号送信器とを備え、前記光信号と該光信号の前記光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出する複数の通信ノードと、各前記通信ノードに対し光伝送路を介して接続され前記光信号と前記光ラベル信号とを分離する分離器と、該分離器で分離された前記光ラベル信号を受信する光ラベル信号受信器と、前記分離器で分離された前記光信号をほぼ等しい長さの複数の光路に分岐する光分岐器と、前記複数の光路の内の1つの対応する光路にそれぞれ接続され前記光ラベル信号の情報に基づいて前記光信号を透過または遮断

することでルーティングを行う複数の光ゲート器とを備え、前記光ラベル信号受信器で受信した前記光ラベル信号の制御情報に基づき前記複数の光ゲート器を選択的に駆動して前記光信号を透過あるいは遮断するルーティング装置とを具備する光通信装置であって、前記通信ノードは、それぞれ、自己通信ノード宛の光信号を前記光信号送信器を介して送信する光信号送信手段と、自己通信ノード宛の光ラベル信号を前記光ラベル信号送信器を介して送信する光ラベル信号送信手段と、前記ルーティング装置を通して長された前記自己通信ノード宛の光信号を受信する光受信器と、前記光受信器で受信された光信号を診断する診断手段と、該診断手段の診断結果に応じて前記光信号と前記光ラベル信号との送出時間差を調整する調整手段とを有することを特徴とする。

【0041】ここで、前記ルーティング装置は、前記通信ノードから前記自己通信ノード宛の光信号と該光信号の光ラベル信号を受信した場合に、開状態となる自己通信ノード用光ゲート器を有することを特徴とすることができる。

【0042】また、前記ルーティング装置は、前記自己通信ノード用光ゲート器を通過した前記自己通信ノード宛の光信号を当該光信号を送出した前記通信ノードに戻す通信光路と接続することを特徴とすることができる。

【0043】上記目的を達成するため、請求項17の光通信方法の発明は、光信号と該光信号の光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出する複数の通信ノードと、受信した前記光ラベル信号の制御情報に基づき受信した前記光信号を透過あるいは遮断することで光信号のルーティングを行うルーティング装置とを用いて光信号の通信を行う光通信方法であって、前記複数の通信ノードのそれぞれにおいて、前記光ラベル信号を用いて当該

通信ノード自らに宛てた自己通信ノード宛光信号と該光ラベル信号とを相対的な時間差をもって送出するステップと、前記自己通信ノード宛光信号を前記ルーティング装置を経由して受信するステップと、該受信した自己通信ノード宛光信号が誤りなく受信されたか否かを検査するステップと、該検査結果に応じて、前記自己通信ノード宛光信号が誤りなく受信されるように、前記自己通信ノード宛光信号と前記光ラベル信号の送出時間差を定め、該定めた送出時間差を当該通信ノードにおける光信号と該光信号に対する前記光ラベル信号の送出時間差として設定するステップとを有することを特徴とする。

【0044】ここで、前記検査ステップにおいて、前記自己通信ノード宛光信号が誤りなく受信されたと診断されるまで、前記各ステップの処理を繰り返すことを特徴とすることができる。

【0045】また、前記ルーティング装置において、前記通信ノードから前記自己通信ノード宛光信号と該光信号に対する前記光ラベル信号とを受信した場合に、該光ラベル信号に基づいて自己通信ノード用光ゲート器を開状態にすることで、前記自己通信ノード宛光信号を該光信号を送出した前記通信ノードに展すステップを有することを特徴とすることができる。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0047】【第1の実施形態の構成例1】まず、本発明の第1の実施形態の構成例1を、図7および図8に基づいて説明する。なお、従来技術と同一部分については、同一符号を付し、その説明は省略する。

【0048】（システム構成）まず、本システムの全体構成の概略を、図7に基づいて説明する。

【0049】図7は、本発明に係る多波長光源装置を備えたネットワークシステムの概略構成を示す。

【0050】本ネットワークシステムにおいて、N個（以下、本例では4個とする）の通信ノード30（すなわち、通信ノード#1～通信ノード#4）と、本発明に係る多波長光源装置70と、波長ルーティング処理機能をもつ波長周回性アレイ導波路型回折格子60とが設けられている。各通信ノード30は、送信装置40と、受信装置50とを備えている。

【0051】通信ノード#1の送信装置40は、波長入りの光信号を出力する1個の光源41を有している。以下同様に、通信ノード#2は波長入りの光信号を出力する1個の光源41、通信ノード#3は波長入りの光信号を出力する1個の光源41、通信ノード#4は波長入りの光信号を出力する1個の光源41をそれぞれ有している。（これら波長 $\lambda a$ 、 $\lambda b$ 、 $\lambda c$ 、 $\lambda d$ は所定の波長とする。）多波長光源装置70は、N個の通信ノード数に対応したN個の共有光源を内蔵している。本例では、通信ノード数は4個であるため、4個の光源8a、

8b、8c、8dが設けられている。また、多波長光源装置70は、通信ノード数に対応した入力ポート数および出力ポート数を有している。本例では、4個の入力ポート1a～1dと、4個の出力ポート2a～2dとが設けられている。入力ポート1a～1dは、通信ノード#1～通信ノード#4の送信装置40とそれぞれ接続されている。出力ポート2a～2dは、波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート61a～61dとそれぞれ接続されている。

10 【0052】波長周回性アレイ導波路型回折格子60の出力ポート62a～62dは、通信ノード#1～通信ノード#4の受信装置50とそれぞれ接続されている。

【0053】（多波長光源装置）次に、多波長光源装置70の構成を、図8に基づいて説明する。

【0054】図8は、前述した図9の多波長光源装置70の内部構成を示す。なお、本例では、多波長光源装置70の入出力ポート数を4としたが、これに限定されるものではない。

20 【0055】1a～1dは、多波長光源装置70の入力ポートである。2a～2dは、多波長光源装置70の出力ポートである。3は、入力ポート数が1、出力ポート数が2の1×2光分岐器である。4は光遅延器、5は光受信器、6は光ゲート器、7は制御部としての制御システムである。

【0056】8a～8dは、共有の光源である。9は、入力ポート数が1、出力ポート数が4の1×4光分岐器である。10aから10dは、波長変換器である。11は、入力ポート数が2、出力ポート数が1の光合波器である。12は、入力ポート数が4、出力ポート数が1の光合波器である。

【0057】13は、光合波器12と出力ポート2a～2dとを接続する光配線である。14a～14dは、各通信ノード30と、多波長光源装置70の入力ポート1a～1dとを接続する光配線である。15a～15dは、多波長光源装置70の出力ポート2a～2dと、波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート61a～61dとを接続する光配線である。16は、光受信器5と、制御システム7とを接続する電気配線である。

40 【0058】ここで、光分岐器3および9としては石英系光導波路型光分岐器、光遅延器4としては光ファイバ型遅延器、光ゲート器6としては半導体増幅器を利用した装置、共有多波長用の光源8a～8dとしては分布場型半導体レーザ、波長変換器10（10a～10d）としては半導体増幅器を利用した装置（デバイス）、光合波器11としては石英系光導波路型光合波器、光合波器12としてはアレイ導波路型回折格子、光配線13としては光ファイバを用いることができる。

【0059】（多波長光源装置の動作）次に、多波長光源装置70の動作について説明する。ここでは、入力ポート1aに接続された通信ノード#1から送出された光

信号S12が、本発明の多波長光源装置70によって、どのように宛て先の通信ノード#2に送られるかを例に挙げて説明する。

【0060】通信ノード#1から送出された通信ノード#2宛の光信号は、多波長光源装置70の入力ポート1aに入力される。この光信号は、本来のデータ内容を示すデータ成分と、宛て先の通信ノードを指示するためのゲート選択用等の制御成分とが、同一波長の信号として構成されたものである。

【0061】この入力ポート1aに入力された光信号は、光分岐器3によって第1光路22と第2光路23とに分岐される。第1光路22に分岐された光信号は、制御システム7と接続している光受信器5に導かれる。一方、第2光路23に分岐された光信号は、光ファイバ型遅延器4、光分岐器9を通して光ゲート器6に導かれる。

【0062】光受信器5で受信した光信号の制御情報（光ラベル信号ともいう）は、制御システム7によって解析される。これにより（即ち、この解析結果に応じて）、制御システム7は、ゲート選択用の制御信号を光ゲート器6に対して出力する。光ゲート器6は、制御システム7からの制御信号（＝ゲート選択用の制御成分）に基づいて選択され、その選択された光ゲート器6の出力ポートから光信号が出力される。

【0063】光ゲート器6の各出力ポートには、光合波器11を介して、波長変換器10a、10b、10c、10dがそれぞれ接続されている。そして、選択された光ゲート器6の出力ポートから出力された光信号は、その選択された出力ポートに接続されている波長変換器10i（iは、a、b、c、dのいずれかを意味する）に入力される。波長変換器10iへは、多波長の光源8j（jは、a、b、c、dのいずれかを意味し、i=j）から光ファイバを通して各波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_i$ ）の光が供給されている。波長変換器10iは、光源8jから供給された光を、波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって宛て先の通信ノード#2へルーティングされる波長（波長 $\lambda_{i2}$ とする。但し $\lambda_{i2}$ は $\lambda_1 \sim \lambda_i$ のいずれかである）に変換する。

【0064】この波長変換器10iによって変換された波長の光（光信号）は、多波長光源装置70の出力ポート2a～2dに接続されている、波長ルーティング機能を有する光部品としての波長周回性アレイ導波路型回折格子60（図7参照）に導かれる。この波長周回性アレイ導波路型回折格子60では、前述した従来例でも説明したような波長ルーティングによって、（光信号の波長に応じて光信号の制御成分で指定された）所望とする通信ノード30に属する波長（正しくは、出力ポート）が選択される。本例では、通信ノード#2宛ての波長（正しくは、出力ポート）が選択される。このようにして波長周回性アレイ導波路型回折格子60によってルーティン

グされることにより、宛て先の通信ノード#2に受信される。

【0065】同様に、通信ノード#mから通信ノード#n宛てに送信された光信号は、本発明の多波長光源装置70によって所望の波長（即ち、その光信号の制御成分に応じて複数の波長の中の1つもしくは複数の波長）に変換され、波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって（宛先の）通信ノード#nに受信される。

10 【0066】上述したように、本発明の多波長光源装置70は、各通信ノード30（通信ノード#1～通信ノード#4）が共有できる多波長の光源8a～8dを備えており、波長ルーティングに必要な波長を、これらの光源8a～8dから波長変換器10a～10dを通して、各通信ノード30に提供する。これにより、本システムでの光源の数は、通信ノード30の光源41の4個と、多波長光源装置70内の光源8a～8dの4個の合計8個となる。

20 【0067】ここで、本システムの光源の総数を一般式で示すと、従来では $N \times N (= N^2)$ 個であるのに対して、本例では各通信ノード30での個数Nと多波長光源装置70での個数Nとを加算した値、 $N + N (= 2N)$ 個となる。従って、各通信ノードが必要とする光源の個数を大幅に削減することが可能となる。

【0068】また、各通信ノード30に設置する送信用の光源41の波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ）については、必ずしも厳密に制御された波長である必要はなく、これにより、各通信ノード30の光源の波長設定についての負担を軽減することができる。

30 【0069】本例では、光分岐器3および光分岐器9として、石英系光導波路型光分岐器を用いた例について説明したが、光ファイバや高分子からなる光分岐器を用いてもよい。また、光遅延器4として、光ファイバを用いた例について説明したが、平面光導波路からなる光遅延器であってもよい。また、同様の機能を有すれば、これらに限定されるものではない。また、光合波器11として、石英系光導波路型光合波器を用いた例について説明したが、光ファイバからなる光合波器であってもよい。また、光合波器12としては、アレイ導波路回折格子を用いた例について説明したが、誘電体多層膜を利用した光合波器や、ファイバグレーティングとサーキュレータで構成される光合波器であってもよい。

【0070】なお、本例において、各通信ノードに設置する光源として、ファブリペローレーザを用いてもよい。

【0071】【第1の実施形態の構成例2】次に、本発明の第1の実施形態の構成例2を、図9に基づいて説明する。なお、前述した構成例1と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

50 【0072】本例は、前述した第1の例の変形例を示す

ものである。前述した図8の多波長光源装置70では、第2光路23を通り、複数の光路に分岐する光分岐器9の各出力ポートが、光ゲート器6に接続されている構成について説明した。

【0073】これに対して、本例では、図9に示すように、光分岐器9の各出力ポートの後段に位置する光合波器11と光合波器12との間に、光ゲート機能付き波長変換器20a~20dを接続して構成したものである。この光ゲート機能付き波長変換器20a~20dは、光分岐器9の出力ポートから出力される光信号を透過又は遮断する光ゲート機能、および、光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換機能を有している。

【0074】ここで、(光ゲート機能付き波長変換器20a~20dの)光ゲート機能について説明する。光信号に含まれるゲート選択のための制御情報は、光受信器5を介して制御システム7において解析され、これにより(即ち、この解析結果に基づいて)、制御システム7は、ゲート選択用の制御信号を光ゲート機能付き波長変換器20a~20dに出力する。(但し、図9では図面が煩雑となるので、制御システム7と光ゲート機能付き波長変換器20a~20d間の制御信号用配線の図示は省略している。)光ゲート機能付き波長変換器20a~20dでは、その制御信号に基づいて宛て先の通信ノードに対応する波長変換器20i(iは、a、b、c、dのいずれかを意味する)が選択される。なお、波長変換機能は、前述した構成例1と同様である。

【0075】この光ゲート機能付き波長変換器20a~20dは、図8の光ゲート器6および波長変換器10a~10dに代用できるものであるため、部品点数をさらに削減することができる。

【0076】「第1の実施形態の構成例3」次に、本発明の第1の実施形態の構成例3を、図10を参照して説明する。図7、図8、図9で上述した基本構成と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0077】本例は、図9の基本構成の変形例を示すものである。上述した図9の多波長光源装置70では、第2光路23を通る光信号を複数の光路に分岐する光分岐器9の各出力ポートの後段に位置する光合波器11と光合波器12との間に、光ゲート機能付き波長変換器20a~20dが接続されている。これに対し、本例では、図10に示すように、光分岐器9の各出力ポートの後段に光ゲート器内蔵波長変換装置21a~21dを接続して、多波長光源装置70を構成している。この光ゲート器内蔵波長変換装置21a~21dは、光分岐器9の出力ポートから出力される光信号の波長を所望の波長に変換する波長変換機能、および、光信号を透過又は遮断する光ゲート器を装置の中に併せ持っている。

【0078】図11は、光ゲート器内蔵波長変換装置21a~21dの内部構成を示す。図11において、301および302は光ゲート器内蔵波長変換装置21a~

21dの入力ポート、311および312は波長変換器10(10a~10dの代表番号)の入力ポート、321は光ゲート器6の入力ポート、411は波長変換器10の出力ポート、412は光ゲート器6の出力ポート、401は光ゲート器内蔵波長変換装置の出力ポート、および501、502、510、520は光配線である。【0079】光ゲート器内蔵波長変換装置の入力ポート301には共有用の光源8a~8dのいずれか一つが入力し、入力ポート302には光分岐器9を通過した光信号が入力する。

【0080】波長変換器10a~10dの出力ポート411からは、共有用の光源の波長に波長変換された光信号が出力する。すなわち、共有用の光源8a~8dの波長を $\lambda a$ 、 $\lambda b$ 、 $\lambda c$ 、 $\lambda d$ とすると、共有用の光源8aが接続されている波長変換器10からは波長 $\lambda a$ に変換された信号が、共有用の光源8bが接続されている波長変換器10からは波長 $\lambda b$ に変換された信号が、共有用の光源8cが接続されている波長変換器10からは波長 $\lambda c$ に変換された信号が、共有用の光源8dが接続されている波長変換器10からは波長 $\lambda d$ に変換された信号が出力する。光信号に含まれる光ゲート器選択のための制御情報は、光受信器5を通じて導入された制御システム7において解析され、この解析結果に基づいて、制御システム7は、ゲート選択用の制御信号を光ゲート器内蔵波長変換装置21a~21dに出力する。ただし、図10では、図面が煩雑となるので、制御システム7と光ゲート器内蔵波長変換装置21a~21d間の制御信号用配線の図示は省略してある。

【0081】光分岐器9を通過した光信号は、光ゲート器内蔵波長変換装置21(21は21a~21dの代表番号)の入力ポート302から入力し、波長変換器10の出力ポート411から波長変換されて出力したのちに、光ゲート器6に入力し、制御システム7からの制御信号によって開状態になった光ゲート器6の出力ポート412を通過して、光ゲート器内蔵波長変換装置21の出力ポート401から出力する。出力ポート401から出力した光信号は、光合波器12を通過後、波長周回性アレイ導波路型回折格子の波長ルーティングによって目的のノードにルーティングされる。

【0082】「第1の実施形態の構成例4」次に、本発明の第1の実施形態の構成例4を、図12に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0083】本例は、前述した構成例1の変形例を示すものである。すなわち、多波長光源装置70内に、波長ルーティング機能を有する光部品としての波長周回性アレイ導波路型回折格子60を設けたものである。

【0084】なお、波長ルーティング機能を有する光部品として、周回性アレイ導波路型回折格子60を用いているが、同様の機能を有するものであれば、これに限定

されるものではない。

【0085】〔第1の実施形態の構成例5〕次に、本発明の第1の実施形態の構成例5を、図13に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0086】本例では、多波長光源装置70において、前述した第1の例の光分岐器3の代わりに、通信ノード30から送信される、主光信号と、該主光信号とは波長の異なる制御用光信号とを分岐する光分岐器31を設けたものである。この光分岐器31としては、石英系光導波路型光分岐器を用いることができる。なお、その他の構成については、構成例1と同様である。

【0087】多波長光源装置70の動作について説明する。ここでは、多波長光源装置70の入力ポート1aに接続された通信ノード#1から送出された主光信号が、多波長光源装置70によって、どのようにして宛て先の通信ノード#3に送られるかを例に挙げて説明する。

【0088】通信ノード#1より送出された通信ノード#3宛の主光信号と、本発明の多波長光源装置の動作制御に用いる（その主光信号とは波長の異なる）制御用光信号とは、多波長光源装置の入力ポート1aに入力される。この入力ポート1aに入力された主光信号および制御用光信号は、光分岐器31によって第1光路22と第2光路23とに分岐される。第1光路22に分岐された制御用光信号（ゲート選択用の制御成分を含む）は、制御システム7と接続されている光受信器5に導かれる。一方、第2光路23に分岐された主光信号（データ成分を含む）は、光ファイバ型遅延器4、光分岐器9を通して光ゲート器6に導かれる。

【0089】光受信器5で受信された制御用光信号は、制御システム7によって解析される。これにより（即ち、この解析結果により）、制御システム7は、ゲート選択用の制御信号を光ゲート器6に対して出力する。光ゲート器6は、制御システム7からの制御信号（=ゲート選択用の制御成分）に基づいて選択され、その選択された光ゲート器6の出力ポートから光信号が出力される。

【0090】その選択された光ゲート器6の出力ポートから出力された光信号は、その選択された出力ポートに接続されている波長変換器10i（iは、a、b、c、dを意味する）に入力される。波長変換器10iへは、多波長の（共有の）光源8j（jは、a、b、c、dのいずれかを意味し、 $i=j$ ）から光ファイバを通して各波長（ $\lambda_1 \sim \lambda_j$ ）の光が供給されている。波長変換器10iは、光源8jから供給された光を、波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって宛て先の通信ノード#3へルーティングされる波長（波長 $\lambda_1$ とする。但し $\lambda_1$ は $\lambda_1 \sim \lambda_j$ のいずれかである）に変換する。

【0091】この波長変換器10iによって変換された

波長の光（光信号）は、多波長光源装置70の出力ポート2a~2dに接続された波長周回性アレイ導波路型回折格子60（図7参照）に導かれる。

【0092】この波長周回性アレイ導波路型回折格子60では、波長ルーティングによって、所望とする通信ノード30に届く波長が選択される。本例では、通信ノード#3宛ての波長が選択される。このようにして波長周回性アレイ導波路型回折格子60によってルーティングされることにより、宛て先の通信ノード#3に受信される。

【0093】同様に、通信ノード#iから通信ノード#j宛て送信された主光信号は、本発明の多波長光源装置70によって所望の波長に変換され、（変換された波長によって）波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって通信ノード#jに受信される。

【0094】上述したように、多波長光源装置70内に周回性アレイ導波路型回折格子60を設けた場合でも、前述した構成例1と同様な作用効果を得ることができる。

【0095】〔第1の実施形態の構成例6〕次に、本発明の第1の実施形態の構成例6を、図14に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0096】本例は、前述した構成例5の変形例を示すものである。すなわち、多波長光源装置70内に、（主光信号とこの主光信号とは波長の異なる制御用光信号とを分岐する光分岐器31、および）波長ルーティング機能を有する光部品としての波長周回性アレイ導波路型回折格子60を設けたものである。

【0097】なお、波長ルーティング機能を有する光部品として、周回性アレイ導波路型回折格子60を用いているが、同様の機能を有するものであれば、これに限定されるものではない。

【0098】〔第1の実施形態の構成例7〕次に、本発明の第1の実施形態の構成例7を、図15に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0099】本例では、多波長光源装置70において、第1光路22側に、制御システム7からの情報を各通信ノード30に送出する光送信器17を設けたものである。なお、その他の構成については、構成例5と同様である。

【0100】このように構成された装置において、光送信器17から、制御システム7の情報を必要に応じて多波長光源装置70に接続されている所定の（正しくは、対応の）通信ノード30に（選択的に、時には同報通信で）送出する。これによって、ネットワークシステムを構成する複数の通信ノード30間の通信が円滑に行えるように補助することができる。



【0101】〔第1の実施形態の構成例8〕次に、本発明の第1の実施形態の構成例7を、図16に基づいて説明する。なお、前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0102】本例は、前述した構成例7の変形例を示すものである。すなわち、多波長光源装置70内に、(上記の光送信器17と、)波長ルーティング機能等を有する光部品としての波長周回性アレイ導波路型回折格子60を設けたものである。

【0103】なお、波長ルーティング機能等を有する光部品として、周回性アレイ導波路型回折格子60を用いているが、同様の機能を有するものであれば、これに限定されるものではない。

【0104】その他の例として、前述した構成例2(図9参照)の多波長光源装置70において、光分岐器3の代わりに、光分岐器31(図13参照)を用いて構成することも可能であり、その動作は構成例2および構成例4から容易に実行(正しくは、理解)されるものである。

【0105】〔第1の実施形態の構成例9〕本発明の第1の実施形態の構成例9を図17を参照して説明する。前述した各例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0106】本例は、前述した第1の実施形態の構成例1~8の変形を示す。すなわち、波長変換器10a~10dとして入力ポートが2つあるものを具備している。この波長変換器10a~10dの入力ポートの一方には、共有用の光源8a~8dからの光が入力し、また、もう一方の入力ポートには、光ゲート器6を透過した光信号が入力する。

【0107】波長変換器10a~10dの出力ポートからは、共有用の光源の波長に波長変換された光信号が出力する。すなわち、共有用の光源8a~8dの波長を $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ とすると、共有用の光源8aが接続されている波長変換器10aからは波長 $\lambda_a$ に変換された光信号が、共有用の光源8bが接続されている波長変換器10bからは波長 $\lambda_b$ に変換された光信号が、共有用の光源8cが接続されている波長変換器10cからは波長 $\lambda_c$ に変換された光信号が、共有用の光源8dが接続されている波長変換器10dからは波長 $\lambda_d$ に変換された光信号が出力する。

【0108】波長変換器10a~10dとしては、例えば半導体光増幅器の相互位相変調を利用した波長変換器を用いることができるが、同様の機能を有するものであれば、これに限定されるものではない。

【0109】〔第1の実施形態の構成例10〕図18に、本発明の第1の実施形態の構成例10における多波長光源装置の構成を模式的に示す。

【0110】図18において、30a~30dは通信ノード(図18において通信ノード30cは省略している

が、構成は他の通信ノードと同じである)である。70は多波長光源装置、1a~1dは多波長光源装置70の入力ポート、2a~2dは多波長光源装置70の出力ポートである。

【0111】通信ノード30a~30dにおいて、42a~42dは各通信ノード30a~30dにおける光信号送出用光源を含む光信号送信器、43a~43dは各通信ノード30a~30dにおける光ラベル信号送出用光源を含む光ラベル信号送信器、46a~46dは光受信器、47a~47dは光クロック信号受信用光受信器である。25a~25dは光信号送出用光源を含む光信号送信器に光信号発生に使用するクロック周波数を供給する光信号送信器用クロック供給装置、26a~26dは光受信器46a~46dが受信した光信号を再生する光信号再生装置、29a~29dは光クロック信号受信用光受信器47a~47dが電気変換した光クロック信号の電気信号からクロック周波数を再生するクロック周波数再生装置である。28a~28dはクロック周波数再生装置29a~29dが再生したクロック周波数を光信号送信器用クロック供給装置25a~25dおよび光信号再生装置26a~26dに供給するための電気配線である。

【0112】45a~45dは光分岐器、18は光合流器、52は光合分流器である。14a~14dは各通信ノードの光合分流器52と多波長光源装置70の入力ポートを接続する光配線、15a~15dは多波長光源装置70の出力ポートと各通信ノード30a~30dの光分岐器45a~45dを接続する光配線、48a~48dは光信号、49a~49dは光ラベル信号である。

【0113】多波長光源装置70において、24a~24dは各通信ノード30a~30dが光信号の送信および光信号の受信に際して用いるクロック周波数の基準となる周波数を光信号として送出する基準クロック周波数分配用光送信器、4は光遅延器、6a~6dは光ゲート器、9は光分岐器、8a~8dは共有用の光源、10a~10dは波長変換器、11は光合流器、12a~12dは光合流器、27は光ゲート器制御基準クロック周波数供給システム、53a~53dは光合分流器、19は光合分流器である。

【0114】60は波長周回性アレイ導波路型回折格子、61a~61dは波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート、62a~62dは波長周回性アレイ導波路型回折格子60の出力ポートである。

【0115】図18に例示の構成においては、通信ノードの数が4個の場合について示してあるが、これにより本発明の通信ノード数が限定されるものではない。

【0116】光合流器18としては例えば光ファイバ型光合流器、光合分流器19としては例えば光ファイバ型光合分流器、光ゲート器6a~6dとしては例えば半導体光増幅器を含む光部品、光分岐器9としては例えば石

英系光導波路型光分岐器、光配線14a~14dおよび光配線15a~15dは例えば光ファイバ、光分岐器45a~45dは例えば石英系光導波路型光分岐器、光合流器52および光合流器53a~53dとしては光ファイバ型光合流器、共有用の光源8a~8dとしては例えば分布偏置型半導体レーザ、波長変換器10a~10dとしては例えば相互利得変調を利用した半導体光増幅器型波長変換器、光合波器12a~12dとしては例えば石英系光導波路型光合波器、光遅延器4としては例えば光ファイバ型光遅延器、を用いることができるが、これらに限定されたものではない。

【0117】共有用の光源である8a、8b、8c、8dの波長は、それぞれ $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ である。波長変換器10a、10b、10c、10dには、共有用の光源からそれぞれ、 $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光が供給されており、波長変換器の入力ポート側に接続されている光ゲート器6a~6dを透過してくる光信号の波長を、波長変換器が共有用の光源の波長に変換する。すなわち、光ゲート器6aを透過した光信号の波長は、波長変換器10aによって $\lambda_a$ の波長に変換され、波長変換器10aの出力ポートに出力する。光ゲート器6bを透過した光信号の波長は、波長変換器10bによって $\lambda_b$ の波長に変換され、波長変換器10bの出力ポートに出力する。光ゲート器6cを透過した光信号の波長は、波長変換器10cによって $\lambda_c$ の波長に変換され、波長変換器10cの出力ポートに出力する。光ゲート器6dを透過した光信号の波長は、波長変換器10dによって $\lambda_d$ の波長に変換され、波長変換器10dの出力ポートに出力する。

【0118】波長周回性アレイ導波路型回折格子60の各ポートの入出力の関係を図21に示す。この図を用いて、波長周回性アレイ導波路型回折格子60の波長ルーティング特性を説明する。入力ポート61aに $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長をもつ光が入力したとき、 $\lambda_a$ ~ $\lambda_d$ の各波長は、図21に示したように、 $\lambda_a$ は出力ポート62aから、 $\lambda_b$ は出力ポート62bから、 $\lambda_c$ は出力ポート62cから、 $\lambda_d$ は出力ポート62dから出力する。同様に、入力ポート61b~61dの各入力ポートに $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光が入力したときには、図21に示した規則に基づいて、 $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光は各出力ポート62a~62dから出力する。

【0119】各通信ノード30a~30dの光分岐器45a~45dは、図22に示すように、入力ポート200に入力してくる $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光を、それぞれ異なる出力ポート201a~201dに出力する機能をもつ。

【0120】はじめに、図18に示すネットワーク構成において、各通信ノード間でどのようにして通信が遂行されるかを説明する。以下、入力ポート1aに接続された通信ノード30aから送出された光信号48aが、図

18の多波長光源装置70によって、どのように宛先の通信ノード30dに送られるか例を挙げて説明する。

【0121】通信ノード30aから送出された、通信ノード30d宛の光信号48aと光ラベル信号49aは、光合流器18および光合流器52を通過して多波長光源装置70の入力ポート1aに入力する。

【0122】多波長光源装置70の入力ポート1aに入力した光信号48aおよび光ラベル信号49aは、光合流器19によって、光合流器53aが接続されている第1光路と、光遅延器4が接続されている第2光路とに分岐される。

【0123】第1光路に分岐された光ラベル信号49aは光合流器53aを介して光受信器46eに導かれ、光受信器46eは光ゲート器制御と基準クロック周波数供給を行う光ゲート器制御と基準クロック周波数供給システム27に接続されている。一方、第2光路に分岐された光信号48aは光遅延器4および光分岐器9を通過して複数の光ゲート器6a~6dのそれぞれに導かれる。

【0124】光ゲート器6a~6dに入力した光信号48aは、先に光受信器46eによって受信した光ラベル信号49aの情報に基づいて光ゲート器制御と基準クロック周波数供給システム27により選択された光ゲート器6i(iは、a、b、c、dのいずれかを意味する)から出力する。このとき、光ゲート器6a~6dの制御は光ゲート器制御と基準クロック周波数供給システム27が行う。光ゲート器6iは波長変換器10i(iは、a、b、c、dのいずれかを意味する)に接続されており、波長変換器10iは波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって通信ノード30dへルーティングされる波長に、光信号48aの波長を変換する。

【0125】通信ノード30aから通信ノード30dへの通信の場合、光ゲート器6a~6dの各出力ポートは、光合流器11、波長変換器10a~10dおよび光合流器12aを介して波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート61aに接続されているので、波長周回性アレイ導波路型回折格子60によって通信ノード30dへルーティングされる波長は、図21に示すように $\lambda_d$ である。したがって、光信号48aの波長を $\lambda_d$ に変換する波長変換器10dに接続されている光ゲート器6dが、光ゲート器制御と基準クロック周波数供給システム27からの制御信号により、光信号48aを透過させ、光ゲート器6dの出力ポートに光信号48aが出力される。

【0126】光ゲート器6dから出力した光信号48aは、その出力ポートに接続されている波長変換器10dに入力して波長 $\lambda_d$ に変換され、光合流器12aを介して波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート61aに導かれる。入力ポート61aに導かれた波長 $\lambda_d$ の光信号48aは、波長周回性アレイ導波路型回折格子



子60の図21に示す波長ルーティング特性により、通信ノード30dが接続されている波長周回性アレイ導波路型回折格子60の出力ポート62dから出力する。

【0127】波長周回性アレイ導波路型回折格子60の出力ポート62dから出力した光信号48aは、多波長光源装置70の出力ポート2dおよび光配線15dを通じて、通信ノード30d側にある光分波器45dの入力ポートに送ずる。本例で用いている光分波器45a~45dは図22に示す出力特性を有するので、光信号48aは光分波器45dの出力ポート201dから出力し、

光受信器46dによって受信される。  
【0128】同様に、ある任意の通信ノード30i(iはa、b、c、dのいずれかを意味する)からある任意の通信ノード30j(jはa、b、c、dのいずれかを意味する)宛てに送信された光信号48i(iはa、b、c、dのいずれかを意味する)は、多波長光源装置70によりルーティングされて、通信ノード30j(jはa、b、c、dのいずれかを意味する)に送られる。

【0129】特に、本例の多波長光源装置70は基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dを備えており、これら光送信器は、各通信ノード30a~30dが光信号48a~48dの送信および光信号の受信に際して用いるクロック周波数の基準となる周波数を光信号として送出する。光ゲート回路制御&基準クロック周波数供給システム27から周波数fcの1/N(Nは正の整数)の周波数fcnが電気信号として基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dに送られ、基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dから周波数成分fcnをもつ光クロック信号が送出される。周波数成分fcnをもつ光クロック信号とは、この光クロック信号を、光信号を電気信号に変換する光受信器で受信したときに、電気信号にfcnの周波数成分をもっていることをいう。基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dからはすべて同一の光クロック信号が送出される。

【0130】基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dから送信される光クロック信号は、光合流器53a~53d、光合流器19、光配線14を回り、光合流器52で分流されて、各通信ノード30a~30dの光クロック信号受信用光受信器47a~47dに受信される。

【0131】各通信ノード30a~30dにおいては、光クロック信号受信用光受信器47a~47dで受信した光クロック信号を電気信号に変換した後、クロック周波数再生装置29a~29dによって電気信号からクロック周波数fcnを再生し、このクロック周波数fcnを、電気配線28a~28dを通じて光信号送信器用クロック供給装置25a~25dおよび光信号再生装置26a~26dとにそれぞれ供給する。

【0132】光信号送信器用クロック供給装置25a~25dはクロック周波数fcnを用いて光信号送出用光

源を含む光信号送信器42a~42dが光信号48a~48dの送信時に使用するクロック周波数を供給し、光信号再生装置26a~26dはクロック周波数fcnを用いて光受信器46a~46dが受信した光信号を再生する。即ち、各通信ノード30a~30dにおいて、光信号送出用光源を含む光信号送信器42a~42dは多波長光源装置70から供給される基準となるクロック周波数fcnを用いて光信号48a~48dを送出し、また、光受信器46a~46dが受信した光信号を再生する光信号再生装置26a~26dにおいては、そのクロック周波数fcnを光信号を再生するときのクロック周波数として用いる。

【0133】このように、各通信ノードの光信号送信器がすべて同一のクロック周波数に基づいて光信号48a~48dを送信する環境を整えることにより、各通信ノード間でやりとりされる光信号48a~48dの信号再生を容易にすることができるという効果が得られる。

【0134】[第1の実施形態の構成例11]次に、本発明の第1の実施形態の構成例11を、図19を参照して説明する。上述した各構成例と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0135】本例は、上述した第1の実施形態の構成例10の変形例を示す。すなわち、図18の構成例10では、各通信ノード30a~30dに対応して複数の基準クロック周波数分配用光送信器24a~24dを備えている。これに対し、本例においては、これら複数の基準クロック周波数分配用光送信器を、図19に示すように、多波長光源装置70内の1台の基準クロック周波数分配用光送信器24で置換えている。

【0136】各通信ノード30a~30dが光信号48a~48dの送信および光信号の受信に際して用いるクロック周波数の基準となる周波数の光クロック信号が、1台の基準クロック周波数分配用光送信器24から出力され、光分岐器9で分配され、光合流器53a~53dを通じて各通信ノード30a~30dに送られている。

【0137】[第1の実施形態の構成例12]次に、本発明の第1の実施形態の構成例12を、図20を参照して説明する。上述した第1の実施形態の構成例11と同一部分については、その説明を省略し、同一符号を付す。

【0138】本例は、上述した第1の実施形態の構成例11の変形例を示す。すなわち、本例においては、各通信ノード30a~30dが光信号48a~48dの送信および光信号の受信に際して用いるクロック周波数の基準となる周波数の光クロック信号が、多波長光源装置70の1台の基準クロック周波数分配用光送信器24から出力される。基準クロック周波数分配用光送信器24から送出された光クロック信号は、光分岐器9で分配され、光信号と光クロック信号を合流する光合流器55a~55d、出力ポート2a~2d、光配線15a~15

d. 光信号と光クロックを分離する光分波器54a~54dを通して、各通信ノード30a~30d内の光クロック信号受信用光受信器47a~47dで受信される。

【0139】[第2の実施形態の構成例1]図23は、本発明の第2の実施形態の構成例1における光通信装置の構成を模式的に示す。図23において、71a~71dは各通信ノード100a~100dにおける光信号送出用光源を含む光信号送信器、72a~72dは各通信ノード100a~100dにおける光ラベル信号送出用光源を含む光ラベル信号送信器、73は光合波器（正しくは、光合流器）である。

【0140】また、74はルーティング装置80の光分離器、75a~75dはルーティング装置80の光ゲート器、76a~76dは光信号、77a~77dは光ラベル信号である。78a~78eは光受信器、79はルーティング装置80の光分岐器、81a~81dは各通信ノードの光合波器（正しくは、光合流器）とルーティング装置80を接続する光伝送路、82a~82dはルーティング装置80と各通信ノード100a~100dの光受信器78a~78dを接続する光伝送路、110a~110dは各通信ノード100a~100dにおける本発明に係る制御装置（送出時間差調整器）である。また、光分岐器79の各出力ポートから各光ゲート器75a~75dまでの光路長は互いに等しく設定されている。

【0141】図23に示すように、通常時において光通信を遂行するための基本的構成と機能は図4で説明した従来構成と同様であり、この基本構成に光信号とこの光信号に対する光ラベル信号の送出時間差Tを各通信ノードにおいて自立的に調整するための本発明に係る新規な構成が付加されている。

【0142】この本発明に係る（新規な）構成部分を説明すると、各通信ノード100a~100dのそれぞれにおいて、自己通信ノード宛の光信号を送信等する制御装置110a~110dの1つと、ルーティング装置80を通して戻された自己通信ノード宛の光信号を受信するための光受信器78a~78dの1つが追加されている。即ち、自己通信ノード宛の光信号を受信するための光受信器として、通信ノード#1に対しては光受信器78aが追加され、通信ノード#2に対しては光受信器78bが追加され、通信ノード#3に対しては光受信器78cが追加され、通信ノード#4に対しては光受信器78dが追加されている。また、各制御装置110a~110dは、後述のように、それぞれ自己通信ノード宛の光信号を光信号送信器71a~71dの1つを介して送信し、自己通信ノード宛の光ラベル信号を光ラベル信号送信器72a~72dの1つを介して送信し、ルーティング装置80を通して戻された自己通信ノード宛の光信号を受信して、受信された光信号を診断し、その診断結果に応じて光信号と光ラベル信号との送出時間差

を調整する機能を有する。

【0143】また、ルーティング装置80には、通信ノード100a~100dから自己通信ノード宛の光信号76a~76dとこの光信号の光ラベル信号77a~77dを受信した場合に、開放感となる。自己通信ノード用光ゲート器75a~75dが追加されている。即ち、通信ノード#1に対しては光ゲート器75aが追加され、通信ノード#2に対しては光ゲート器75bが追加され、通信ノード#3に対しては光ゲート器75cが追加され、通信ノード#4に対しては光ゲート器75dが追加されている。そして、ルーティング装置80は、自己通信ノード用光ゲート器75a~75dを通して自己通信ノード宛の光信号を当該光信号を送出した通信ノード100a~100dに戻す光伝送路と接続している。即ち、ルーティング装置80には、各通信ノード100a~100dが送信した光信号が、再び自己の通信ノードに導かれるための、通信ノード#1に対する光伝送路82a、通信ノード#2に対する光伝送路82b、通信ノード#3に対する光伝送路82c、通信ノード#4に対する光伝送路82dと接続している。

【0144】図23に例示の構成においては、通信ノードの数が4個の場合について示してあるが、これにより本発明の通信ノード数が限定されるものではない。また、図23では光ゲート器75a~75dの出力ポートと各通信ノード100a~100dの光受信器78a~78dが光伝送路82a~82dによって直接接続されているが、光ゲート器75a~75dと光受信器78a~78dの光伝送路上に、何らかの光部品（図示しない）が接続されていてもよい。ただし、この光部品は、光ゲート器75a~75dと同様に光信号を透過/遮断するスイッチング機能はもたないものとする。

【0145】光合波器73としては例えば石英系光導波路型光合波器、光分離器74としては例えば石英系光導波路型光分離器、光ゲート器75a~75dとしては例えば光半導体増幅器を含む光部品、光分岐器79としては、例えば石英系光導波路型光分岐器、光伝送路81a~81dならびに82a~82dとしては例えば光ファイバを用いることができる。（ただし、同様の機能を有するものであれば、本発明はこれらに限定されるものではない。）次に、本実施形態の光通信装置の動作を説明する。

【0146】本装置においては、光信号76a~76dと光ラベル信号77a~77dを用いて通信を行うが、100aの通信ノード#1から宛先の100cの通信ノード#3に送られる光信号76acが光ラベル信号77aを利用してどのように各ノード間で通信が行われるかについて説明する。

【0147】通信ノード#1が通信ノード#3宛の光信号76acを送出する際、光ラベル信号送信器72aから光信号76acの宛先情報をもつ光ラベル信号77aが、

図5に示すように、光伝送路81a上において光信号76acと光ラベル信号77aがある時間差90を亘って伝送するように送出する。

【0148】ルーティング装置80に送した光信号76acと光ラベル信号77aは、それぞれ光分離器74によって分離され、光信号76acは光分岐器79が接続されている光路（第1光路）に、光ラベル77aは光受信器78eが接続されている光路（第2光路）に導かれる。

【0149】第1光路へ分岐された光信号76acは、光分岐器79を通過して光ゲート器75a～75dに導かれる。一方、第2光路に分岐された光ラベル信号77aは、光受信器78eで受信され、光信号76acの宛先情報を読み解される。この光ラベル信号の光信号76acの宛先情報をもとに、宛先通信ノードに対応する光ゲート器が駆動し、その光ゲート器のみを光信号76acが通過する。通信ノード#1から通信ノード#3宛ての光信号76acの場合には、通信ノード#3に対応する光ゲート器75cのみが駆動し、光信号76acを通過する。

【0150】この光ゲート器75cを通過した光信号76acは、ルーティング装置80から光伝送路82cを介して通信ノード#3に設置された光受信器78cに導かれ、通信ノード#1から送出された光信号76acが宛先の通信ノード#3に到達する。

【0151】同様に、通信ノード#m（#mは、#1から#4のいずれか）から通信ノード#n（#nは、#mを除く#1から#4のいずれか）宛てに送信された光信号は、通信ノード#nに到達する。

【0152】上述の通信ノード#1と通信ノード#3の間での通信において、通信ノード#1から送出された通信ノード#3宛ての光信号76acが、その信号の一部あるいはすべてを損失せずに、宛先の通信ノード#3に届くためには、光信号76acが、光ゲート器75cを正しいタイミングで通過する必要がある。そのためには、通信ノード#1において送出する光信号76acと光ラベル信号77aの送出時間差を正しく設定する必要がある。

【0153】そこで、本発明では、各通信ノードが自己の通信ノード宛てに光信号を送出し、ルーティング装置80を通過して自己の通信ノードに戻ってきた光信号の誤り状態を診断し、この診断結果に基づき、光信号とこの光信号に対する光ラベル信号の送出時間差Tを（制御装置110a～110dにより）設定する。

【0154】この本発明の動作を、図24のフローチャートを参照して説明する。

【0155】通信ノードの制御装置110a～110dは、自らが送出する試験用光信号とこの光信号に対する光ラベル信号の送出に関する相対的送出時間差Tを時間差のT'と設定する（ステップS1）。この初期値としての時間差T'は、予め定めた所定値、あるいは伝送路長の設計値から経験上推定できる値のいずれでもよい。

【0156】相対的送出時間差Tを（T'として）設定

後、通信ノードの制御装置110a～110dは、自ノード宛に試験用光信号とこの試験用光信号に対応する光ラベル信号を送出する。（更に詳しくは、通信ノードの制御装置110a～110dは、自通信ノードの光受信器78i（iはa、b、c、dのいずれかを表わす）に接続されている光ゲート器を閉状態にするための光ラベル信号を送出し、光ゲートを閉状態にした後に、自通信ノード宛に試験用光信号とこの試験用光信号に対応する光ラベル信号をその相対的送出時間差T（T'）で送出する。）（ステップS2）。

【0157】通信ノードの制御装置110a～110dは、自ら送出した試験用光信号をルーティング装置80を通過して、（自通信ノード宛て専用の）光受信器78j（jはa、b、c、dのいずれかを表わす）で受信する（ステップS3）。

【0158】通信ノードの制御装置110a～110dは、受信した試験用光信号が誤りなく受信できたか否かを診断する（ステップS4）。

【0159】通信ノードの制御装置110a～110dは、ステップS4での診断の結果、試験用光信号が誤りなく受信できなかった場合には、相対的送出時間差TをT+ΔT（ΔTは所定の微小時間）と再設定し、上記のステップS2に戻る（ステップS5）。

【0160】通信ノードの制御装置110a～110dは、ステップS4での診断の結果、試験用光信号が誤りなく受信できた場合には、相対的送出時間差Tの設定が完了する（ステップS6）。

【0161】前述したように、光分岐器79の各出力ポートからその各出力ポートに接続されている光ゲート器75a～75dまでの光路長は互いに等しく設定されているので、自己の通信ノード宛てに送出した光信号を基に定めた送出時間差Tは、他の通信ノード宛に光信号を送信する際にそのまま適用することができる。

【0162】上述したように、本発明では、各通信ノード100a～100d（通信ノード#1～通信ノード#4）が送出した試験用光信号をルーティング装置80を経由してそれぞれ自己の通信ノードに導く通信ルートを新設し、試験用光信号の誤り状態を確認しながら自立的に光信号とこの信号に対する光ラベル信号の送出に関する相対的送出時間差Tを定めるようにしているので、各通信ノードにおいての相対的送出時間差Tの設定に関する作業を大幅に軽減することが可能となる。

【0163】【第2の実施形態の構成例2】図24で説明した本発明の第2の実施形態の構成例1の処理手順では、通信ノード100（100a～100dの代表番号）間のデータ通信効率を高くするために、光ゲート器75（75a～75dの代表番号）が駆動して光信号が通過できる状態になってから、光信号76（76a～76dの代表番号）が光ゲート器5に到着するまでの時間差Δtをできるだけ小さくするには、上記ステップS1

で設定する初期値の時間差 $T'$ を比較的に小さな値にして、ステップS5の処理を少なくとも1回は通るように、初期値の時間差 $T'$ の値を予め考慮する必要がある。

【0164】そこで、初期値 $T'$ に対するこのような考慮を不要にするため、図25のフローチャートで示す本発明の第2の実施形態の構成例2では、初期値の時間差 $T'$ としてどのような値に設定しても、光信号76が光ゲート器75に到着するまでの時間差 $\Delta t$ をできるだけ小さくできる相対的送出時間差 $T$ を設定できるように図

25に示している。  
【0165】図25において、ステップS11、S13、S14、S15、S24、S23はそれぞれ図2のステップS1、S2、S3、S4、S5、S6と同様な内容の処理である。また、ステップS12、S16、S18、S19、S20、S25に記載の1は制御フラグである。

【0166】初期値の時間差 $T'$ の値が比較的大きな値のため、試験用光信号が誤りなく受信できたか否かを診断するステップS15の判定が最初から肯定判定の場合には、制御はステップS16からステップS17へと移行して、通信ノードの制御装置110a~110dは、相対的送出時間差 $T$ を $T-\Delta T$ と再設定し、フラグ1を1にしてから(ステップS18)、上記のステップS13へ戻る。

【0167】その後も、ステップS15が肯定判定の場合は、ステップS16、S19を通過して上記ステップS17の処理を繰り返す。

【0168】その後、ステップS15が否定判定に変わった場合は、ステップS20からステップS22に移行して、取りすぎ分の $\Delta T$ を相対的送出時間差 $T$ に加える再調整( $T+\Delta T$ )を行ってから、相対的送出時間差 $T$ の設定が完了する(ステップS23)。

【0169】一方、初期値の時間差 $T'$ の値が比較的小さく、試験用光信号が誤りなく受信できたか否かを診断するステップS15の判定が最初から否定判定の場合には、図24の第1の実施形態の場合と同様であり、ステップS15、S20、S24、S25からS13へ戻るルートを通して、ステップS15が肯定判定になるまで、ステップS24において $T+\Delta T$ の加算処理が繰り返され、その後ステップS15が肯定判定になれば、ステップS16、S19を通過して相対的送出時間差 $T$ の設定が完了する(ステップS23)。

【0170】[第2の実施形態の構成例3] 図26に、本発明の第2の実施形態の構成例3を示す。図23の第2の実施形態の構成例1においては、光ゲート器75a~75dの出力ポートと各通信ノード100a~100dの光受信器78a~78dとが光伝送路82a~82dによって直接接続されている。これに対し、本例は、その構成例1のルーティング装置80内において、光ゲ

ト器75a~75dと光受信器78a~78dの間に、光ゲート器75a~75dのような光信号を透過/遮断するスイッチング機能を持たない光部品として、図7の第1の実施形態と同様な共有用の多波長光源を接続した場合の構成例を示す。

【0171】図26を参照して本発明の第2の実施形態の構成例3を説明する。

【0172】各通信ノード100a~100dにおいて、71a~71dは光信号送出用光源を含む光信号送信器、72a~72dは光ラベル信号送出用光源を含む光ラベル信号送信器、78a~78eは光受信器、110a~110dは本発明に係わる制御装置(送出時間差調整器)である。

【0173】また、73は光合流器、76a~76dは光信号、77a~77dは光ラベル信号、84a~84dは光分波器、81a~81dは各通信ノードの光合流器73とルーティング装置80の入力ポートを接続する光伝送路、83a~83dはルーティング装置80の出力ポートと各通信ノード100a~100dの光分波器84a~84dを接続する光伝送路である。

【0174】ルーティング装置80において、74は光分波器、104は光遅延器、75a~75dは光ゲート器、101a~101dは入力ポート、102a~102dは出力ポート、79は光分岐器、88a~88dは共有用の光源、93a~93dは波長変換器、94a~94dは光合流器、107は光ゲート器制御システムである。光分岐器79の各出力ポートから各光ゲート器75a~75dまでの光路長は互いに等しく設定されている。

【0175】120は波長周回性アレイ導波路型回折格子、130a~130dは波長周回性アレイ導波路型回折格子120の入力ポート、131a~131dは波長周回性アレイ導波路型回折格子120の出力ポートである。

【0176】図26に例示の構成においては、通信ノードの数が4個の場合について示してあるが、これにより本発明の通信ノード数が限定されるものではない。

【0177】光合流器73としては例えば光ファイバ型光合流器、光分波器74としては例えば光ファイバ型光分波器、光ゲート器75a~75dとしては例えば半導体光増幅器を含む光部品、光分岐器79としては例えば石英系光導波路型光分岐器、光伝送路81a~81dおよび光伝送路83a~83dとしては例えば光ファイバ、光分波器84a~84dとしては例えば石英系光導波路型光分波器、共有用の光源88a~88dとしては例えば分布帰還型半導体レーザ、波長変換器93a~93dとしては例えば相互利得変調を利用した半導体光増幅器型波長変換器、光合流器94a~94dとしては例えば石英系光導波路型光分岐器、光遅延器104としては例えば光ファイバ型光遅延器、を用いることができる

が、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0178】共有用の光源である88a、88b、88c、88dの波長は、それぞれ $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ である。波長変換器93a、93b、93c、93dには、共有用の光源からそれぞれ、 $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光が供給されており、波長変換器の入力ポート側に接続されている光ゲート器75a~75dを透過してくる光信号の波長を共有用の光源の波長に変換する。すなわち、光ゲート器75aを透過した光信号の波長は、波長変換器93aによって $\lambda_a$ の波長に変換され、波長変換器93aの出力ポートに出力する。光ゲート器75bを透過した光信号の波長は、波長変換器93bによって $\lambda_b$ の波長に変換され、波長変換器93bの出力ポートに出力する。光ゲート器75cを透過した光信号の波長は、波長変換器93cによって $\lambda_c$ の波長に変換され、波長変換器93cの出力ポートに出力する。光ゲート器75dを透過した光信号の波長は、波長変換器93dによって $\lambda_d$ の波長に変換され、波長変換器93dの出力ポートに出力する。

【0179】波長周回性アレイ導波路型回折格子120の各ポートの入出力の関係を図27に示す。この図を用いて、波長周回性アレイ導波路型回折格子120の波長ルーティング特性を説明する。入力ポート130aに $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長をもつ光が入力したとき、 $\lambda_a$ ~ $\lambda_d$ の各波長は、図27に示すように、 $\lambda_a$ は出力ポート131aから、 $\lambda_b$ は出力ポート131bから、 $\lambda_c$ は出力ポート131cから、 $\lambda_d$ は出力ポート131dから出力する。同様に、入力ポート130b~130dの各入力ポートに $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光が入力したときには、図27に示した規則に基づいて、 $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光は各出力ポート131a~131dから出力する。

【0180】各通信ノード100a~100dの光分波器84a~84dは、図28に示すように、入力ポート200に入力してくる $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光を、それぞれ異なる出力ポート201a~201dに出力する機能をもつ。本実施形態で用いている光分波器84a~84dは図28に示すように、 $\lambda_a$ 、 $\lambda_b$ 、 $\lambda_c$ 、 $\lambda_d$ の波長の光は、それぞれ出力ポート201a、201b、201c、201dより出力する。

【0181】まず最初に、図26に示すネットワーク構成において、各通信ノード間でどのようにして通信が行われるかを説明する。以下では、ルーティング装置80の入力ポート101aに接続された通信ノード100aから送出された光信号76aが、ルーティング装置80によって、どのようにして宛先の通信ノード100cに送られるかを例を挙げて説明する。

【0182】通信ノード100aから送出された通信ノード100c宛の光信号76aと、光ラベル信号77aは、ルーティング装置80の入力ポート101aに入力

される。この入力ポート101aに入力された光信号76aおよび光ラベル信号77aは、光分波器74によって、光受信器78eが接続されている第1光路と、光遅延器が接続されている第2光路とにそれぞれ分離される。

【0183】第1光路に分岐された光ラベル信号77aは、光ゲート器制御システム107と接続されている光受信器78eに導かれる。一方、第2光路に分岐された光信号76aは、光遅延器104および光分波器79を通して光ゲート器75a~75dに導かれる。

【0184】光ゲート器75a~75dに入力した光信号76aは、先に光受信器78eによって受信した光ラベル信号77aの情報に基づいて選択された光ゲート器75i (iは、a、b、c、dのいずれかを表す) から出力する。このとき、光ゲート器の選択制御は、光ゲート器制御システム107が行う。光ゲート器75iの出力ポートは波長変換器93i (iは、a、b、c、dのいずれかを表す) に接続されており、波長変換器93iは光信号76aの波長を、波長ルーティング機能を有する波長周回性アレイ導波路型回折格子120によって通信ノード100cへルーティングされる波長に変換する。

【0185】通信ノード100aから通信ノード100cへの通信の場合、光ゲート器75a~75dの各出力ポートは光合波器73、波長変換器93a~93dおよび光合波器94aを介して波長周回性アレイ導波路型回折格子120の入力ポート130aに接続されているので、波長周回性アレイ導波路型回折格子120によって通信ノード100cへルーティングされる波長は図27から $\lambda_c$ である。したがって、光信号76aの波長を $\lambda_c$ に変換する波長変換器93cに接続されている光ゲート器75cが、光ゲート器制御システム107からの制御信号により選択されてゲートを開き、光信号76aを透過させ、光ゲート器75cの出力ポートに光信号76aを出力する。

【0186】光ゲート器75cから出力した光信号76aは、その出力ポートに接続されている波長変換器93cに入力し、波長 $\lambda_c$ に変換され、光合波器94aを介して、波長周回性アレイ導波路型回折格子120の入力ポート130aに導かれる。入力ポート130aに導かれた波長 $\lambda_c$ の光信号76aは、波長周回性アレイ導波路型回折格子120の図27に示す波長ルーティング特性により、通信ノード100cが接続されている波長周回性アレイ導波路型回折格子120の出力ポート131cから出力する。

【0187】出力ポート131cから出力した光信号76aは、ルーティング装置80の出力ポート102c、光伝送路83cを通過して、通信ノード100cにある光分波器84cの入力ポートに達する。本例で用いている光分波器84a~84dは図28に示す出力特性を有す

るので、光信号76aは光分波器84cの出力ポート201cから出力し、通信ノード100cの光受信器78cによって受信される。

【0188】同様に、通信ノード100i(iはa、b、c、dのいずれかを表わす)から通信ノード100j(jはa、b、c、dのいずれかを表わす)宛てに送信された光信号76i(iはa、b、c、dのいずれかを表わす)は、ルーティング装置80を介して通信ノード100jに送られる。

【0189】特に、ルーティング装置80において、通信ノード100a~100dから自己通信ノード宛の光信号76a~76dと光ラベル信号77a~77dを受信した場合には、開状態となり、自己通信ノード用光ゲート器75a~75dが設置されている。そのため、通信ノード100aが、自己通信ノード宛に光信号76aを送出した場合には、光ゲート器75aが開状態になり、これによって光信号76aの波長は波長変換器93aによってλaに変換される。波長λaの光信号76aは波長周回性アレイ導波路型回折格子120によって自己通信ノード100aが接続されているルーティング装置80の出力ポート131aに導かれ、光分波器84aを介して光受信器78aによって自己通信ノード100aの制御装置110aに受信される。

【0190】同様に、通信ノード100bが、自己通信ノード宛に光信号76bを送出した場合には、光ゲート器75bが開状態になり、これによって光信号76bの波長は、波長変換器93bによってλbに変換され、波長周回性アレイ導波路型回折格子によって自己通信ノード100bが接続されているルーティング装置80の出力ポート131bに導かれ、光分波器84bを介して、光受信器78bによって自己通信ノード100bの制御装置110bに受信される。

【0191】また同様に、通信ノード100cが、自己通信ノード宛に光信号76cを送出した場合には、光ゲート器75cが開状態になり、これによって光信号76cの波長は、波長変換器93cによってλcに変換され、波長周回性アレイ導波路型回折格子によって自己通信ノード100cが接続されているルーティング装置80の出力ポート131cに導かれ、光分波器84cを介して、光受信器78cによって自己通信ノード100cの制御装置110cに受信される。

【0192】また同様に、通信ノード100dが、自己通信ノード宛に光信号76dを送出した場合には、光ゲート器75dが開状態になり、これによって光信号76dの波長は、波長変換器93dによってλdに変換され、波長周回性アレイ導波路型回折格子によって自己通信ノード100dが接続されているルーティング装置80の出力ポート131dに導かれ、光分波器84dを介して、光受信器78dによって自己通信ノード100dの制御装置110dに受信される。

【0193】本例のルーティング装置80においても、光信号76i(iはa、b、c、dのいずれかを表わす)が光ゲート器75j(jはa、b、c、dのいずれかを表わす)を適切なタイミングで通過する必要がある。したがって、本例においても、第2の実施形態の構成例1と同じように、各通信ノード100a~100dは、自己通信ノード宛の光信号76iとこの光信号76iに対する光ラベル信号77i(iはa、b、c、dのいずれかを表わす)とをある送出時間差Tを保って送出し、ルーティング装置80を介して、自己通信ノード宛の光信号を受信し、自己通信ノードの制御装置110a~110dにおいてその受信した光信号を診断し、その診断結果に応じて光信号と光ラベル信号との送出時間差を自立的に調整するという本発明に係わる送出時間差調整機能を有している。

【0194】本例において、各通信ノード100a~100dから送出される光信号76iとこの光信号76iに対する光ラベル信号の送出時間差Tの設定の仕方に関しては、前述の図24または図25の手順と同じである。

【0195】(その他の実施形態) 本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記録媒体(記憶媒体)を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ(またはCPUやMPU)が記録媒体に格納されたプログラムコードを読み出し、実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記録媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。そのプログラムコードを記録し、またテーブル等の変数データを記録する記録媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROMなどを用いることができる。

【0196】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の第1の形態では、複数の通信ノード間が波長ルーティング方式により接続されたネットワークシステムにおいて、各通信ノードと波長ルーティング処理装置との間に、各通信ノードに共有される多波長共有光源と波長変換機能とを有する多波長光源装置を設けている。これにより、本発明の第1の形態では、この多波長共有光源からの出力光を用いて、各通信ノードから送出された光信号を、所望とする通信ノードへルーティングされる波長に変換することができ、これにより、波長ルーティング方式により接続されている複数の通信ノードについて、各通信ノードに設置するデータ送信用光源の個数を減減することができる。廉価なシステムを構築することができる。

【0197】また、本発明の第1の形態では、多波長光



源装置において、各通信ノードから送出される主光信号は波長ルーティングに必要な波長に交換されるため、各通信ノードに対して厳密な波長を有するデータ送信用光源を割当る必要がなく、システムの構成を容易に行うことができる。

【0198】また、本発明の第1の形態では、データのルーティング情報をデータ信号とは異なる、信号速度の低速な波長の光に割り当てることでデータ信号の高速化に伴うルーティング情報読み取りのための電気処理の負荷を低減することができる。さらに、本発明の第1の形態では、各通信ノードのデータ送信状況を多波長光源装置に集約できるため、ネットワークの管理を容易に行うことができる。

【0199】本発明の第2の形態では、複数の通信ノードのそれぞれにおいて、通信ノードが自己通信ノード宛の光信号（自己通信ノード宛光信号）とその光信号に対する光ラベル信号とをルーティング装置へ送出し、その光ラベル信号の制御情報によりルーティング装置の光ゲート器をその自己通信ノード宛光信号を透過させて再び元の通信ノードに戻し、通信ノードはその自己通信ノード宛光信号を受信した後その光信号を検査し、光信号が誤りなく受信されるように、通信ノード自身が光信号とこの信号に対する光ラベル信号の送出時間差を調整する。これにより、本発明の第2の形態では、光信号とこの光信号に対する光ラベル信号の送出時間差Tを各通信ノードにおいて自立的に調整できる。

【0200】したがって、本発明の第2の形態では、ルーティング装置と各通信のノード間の光路長が異なり、光信号と光ラベル信号がそれぞれ異なる波長を使用している光通信システムの場合でも、各通信ノードから送出される光信号がルーティング装置の光ゲート器をそれぞれ適切なタイミングで透過して、ルーティング処理によりその光信号の一部あるいはすべてが喪失されることを確実に、且つ容易に防止することができる。

【0201】また、本発明の第2の形態では、各通信ノードにおいて、送出時間差の設定に関する作業を容易にし、作業の大幅な軽減を実現できる。

【0202】従って、本発明による光ラベル信号を利用した光パケットルーティングシステムは、通信キャリアのMAN（都市圏ネットワーク：Metropolitan Area Network）、WAN（広域ネットワーク：Wide Area Network）並びに、企業、大学などのキャンパスエリアネットワークの光通信システムの発展に寄与できると期待できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】波長選択性を有する光デバイスによる波長ルーティングの概念図である。

【図2】従来のアレイ導波路型回折格子を用いたシステムの構成を示すブロック図である。

【図3】そのアレイ導波路型回折格子の波長ルーティン

グ処理を示す説明図である。

【図4】従来の光通信システムの概略構成を示すブロック図である。

【図5】従来の光通信システムにおいて光信号のフロントと光ラベル信号のエンド時間差を示す模式図である。

【図6】従来の光通信システムにおいて光ゲート器の駆動開始から光信号が光ゲート器に到着するまでの時間差を示す模式図である。

【図7】本発明に係る多波長光源装置を含むシステムの構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態の構成例1における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態の構成例2における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態の構成例3における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図11】図10の多波長光源装置内で用いられた光ゲート器内蔵波長交換装置の内部構成を示す模式図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態の構成例4における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図13】本発明の第1の実施の形態の構成例5における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図14】本発明の第1の実施の形態の構成例6における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図15】本発明の第1の実施の形態の構成例7における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図16】本発明の第1の実施の形態の構成例8における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図17】本発明の第1の実施の形態の構成例9における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の第1の実施の形態の構成例10における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図19】本発明の第1の実施の形態の構成例11における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図20】本発明の第1の実施の形態の構成例12における多波長光源装置の構成を示すブロック図である。

【図21】波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入出力関係を示す説明図である。

【図22】光分波器45a～45dの入出力関係を示す模式図である。

【図23】本発明の第2の実施形態の構成例1における光通信システムの概略構成を示すブロック図である。

【図24】本発明の第2の実施形態の構成例1における光通信装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図25】本発明の第2の実施形態の構成例2における光通信装置の動作手順を示すフローチャートである。

【図26】本発明の第2の実施形態の構成例3における光通信システムの概略構成を示すブロック図である。

【図27】波長周回性アレイ導波路型回折格子120の

41

入出力関係を示す説明図である。

【図28】光分波器84a~84dの入出力関係を示す模式図である。

【符号の説明】

1a~1d	多波長光源装置の入力ポート
2a~2d	多波長光源装置の出力ポート
3	光分岐器
4	光遅延器
5	光受信器
6, 6a~6d	光ゲート器
7	制御システム
8a~8d	共有用の光源
9	入力ポート数が1、出力ポート数が4の光分岐器
10a~10d	波長変換器
11	光合波器
12, 12a~12d	光合波器
13, 14a~14d, 15a~15d	光配線
16	電気配線
17	光送信器
18	光信号と光ラベル信号を合流する光合流器
19	光合分波器
20a~20d	光ゲート機能付き波長変換器
21a~21d	光ゲート器内蔵波長変換装置
22	第1光路
23	第2光路
24, 24a~24d	基準クロック周波数分配用光送信器
25a~25d	光信号送信器用クロック供給装置
26a~26d	光信号再生装置
27	光ゲート器制御&基準クロック周波数供給システム
28a~28d	電気配線
29a~29d	クロック周波数再生装置
30a~30d	通信ノード
31	光分波器
40	送信装置
41	送信用光源
42a~42d	光信号送出用光源を含む光信号送信器
43a~43d	光ラベル信号送出用光源を含む光ラベル信号送信器
45a~45d	光分波器
46a~46e	光受信器
47a~47d	光クロック信号受信用光受信器
48a~48d	光信号
49a~49d	光ラベル信号
50	受信装置
52, 53a~53d	光合流器

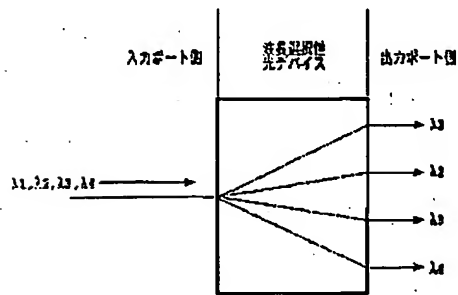
42

54a~54d	光信号と光クロックを分離する光分波器
55a~55d	光信号と光クロック信号を合流する光合流器
60	波長周回性アレイ導波路型回折格子
子	
61a~61d	波長周回性アレイ導波路型回折格子60の入力ポート
62a~62d	波長周回性アレイ導波路型回折格子60の出力ポート
70	多波長光源装置
71a~71d	光信号送出用光源を含む光信号送信器
72a~72d	光ラベル信号送出用光源を含む光ラベル信号送信器
73	光合流器
74	光分波器
75, 75a~75d	光ゲート器
76, 76a~76d	光信号
77a~77d	光ラベル信号
78a~78e	光受信器
79	光分岐器
80	ルーティング装置
81a~81d	各通信ノードの光合流器とルーティング装置を接続する光伝送路
82a~82d	ルーティング装置と各通信ノードの光受信器を接続する光伝送路
83a~83d	ルーティング装置と各通信ノードの光分波器を接続する光伝送路
84a~84d	光分波器
88a~88d	共有用の光源
90	光信号のフロントと光ラベル信号のエンドの時間差
91	光ゲート器が駆動開始から光信号が光ゲート器に到着するまでの時間
92	光ゲート器の駆動開始時点
93a~93d	波長変換器
94a~94d	光合波器
100a~100d	通信ノード
101a~101d	ルーティング装置の入力ポート
102a~102d	ルーティング装置の出力ポート
104	光遅延器
107	光ゲート器制御システム
110a~110d	制御装置(送出時間差調整器)
120	波長周回性アレイ導波路型回折格子
子	
130a~130d	波長周回性アレイ導波路型回折格子の入力ポート
131a~131d	波長周回性アレイ導波路型回折格子の出力ポート

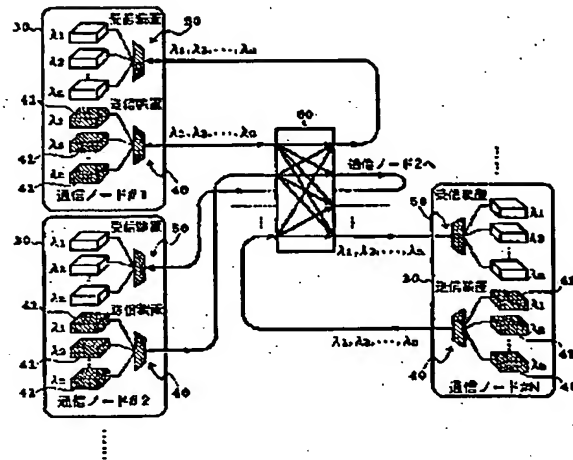


200	光分波器84a～光分波器84d	* 321	光ゲート器6の入力ポート
の入力ポート		411	波長変換器10の出力ポート
201a～201d	光分波器84a～光分波器84d	412	光ゲート器6の出力ポート
の出力ポート		401	光ゲート器内蔵波長変換装置21
301, 302	光ゲート器内蔵波長変換装置21	a～21dの出力ポート	
a～21dの入力ポート		501, 502, 510, 520は	光配線
311, 312	波長変換器10の入力ポート	*	

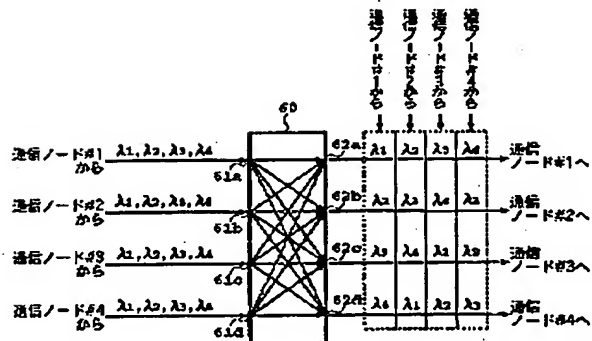
【図1】



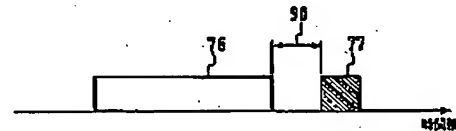
【図2】



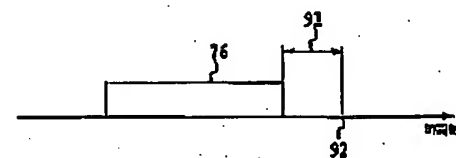
【図3】



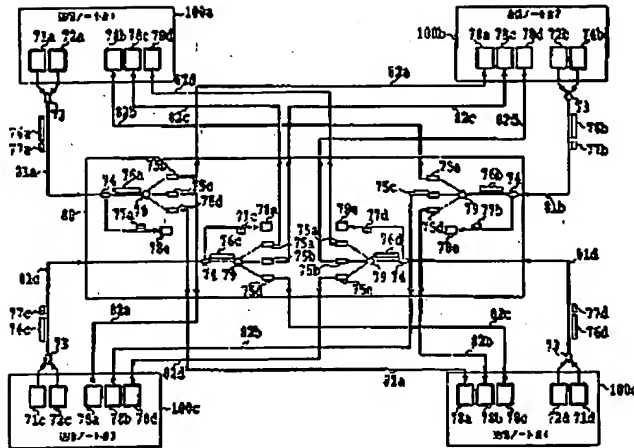
【図5】



【図6】



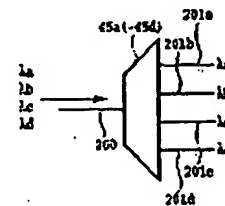
【図4】



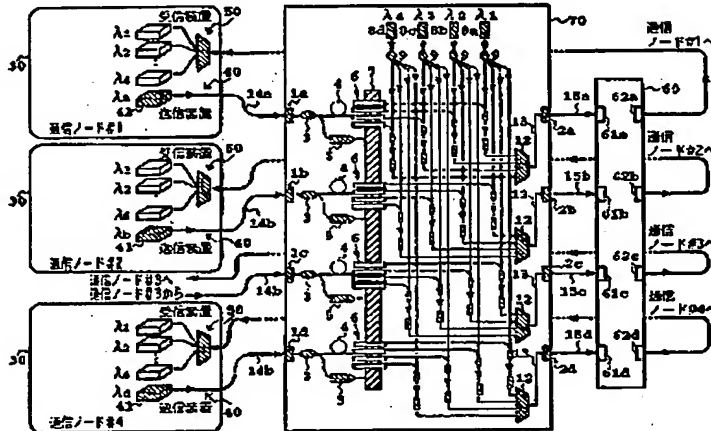
【図21】

入力ポート	出力ポート			
	62a	62b	62c	62d
	61a	61b	61c	61d
	61b	61c	61d	61a
	61c	61d	61a	61b

【図22】



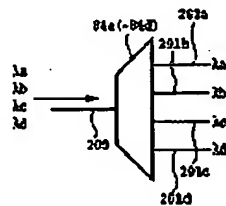
【図7】



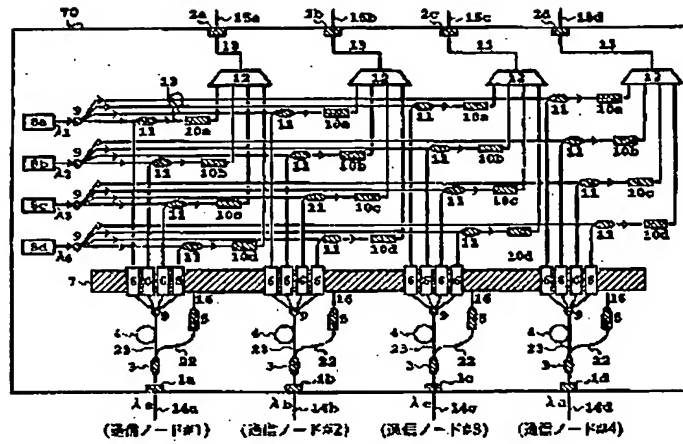
【図27】

入力ポート	出力ポート			
	131a	131b	131c	131d
	130a	130b	130c	130d
	130b	130c	130d	130a
	130c	130d	130a	130b

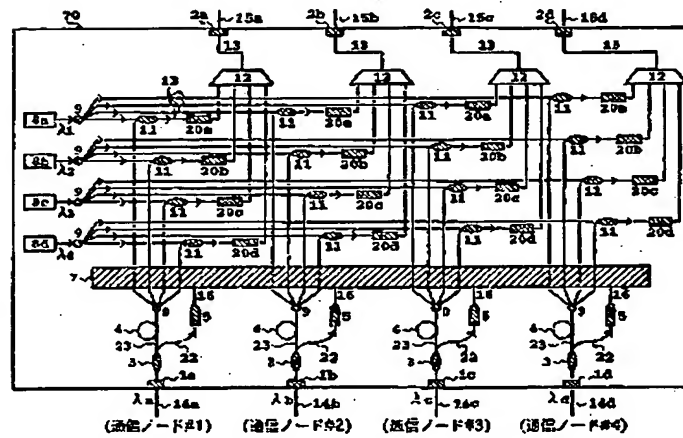
【図28】



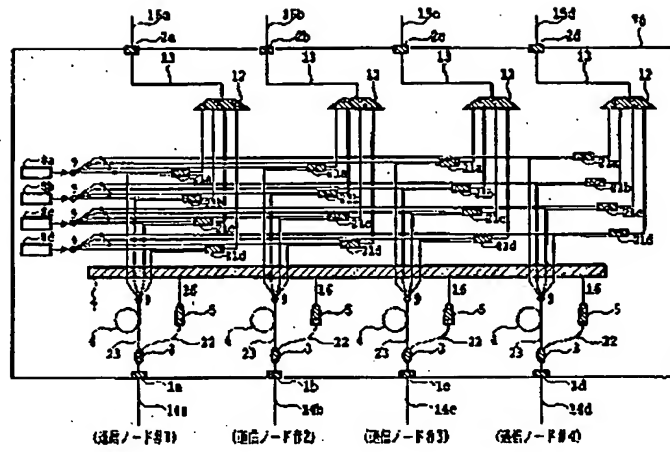
【図8】



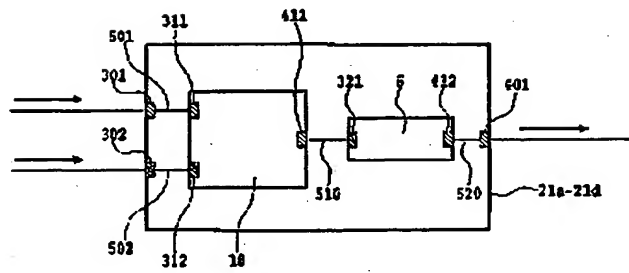
【図9】



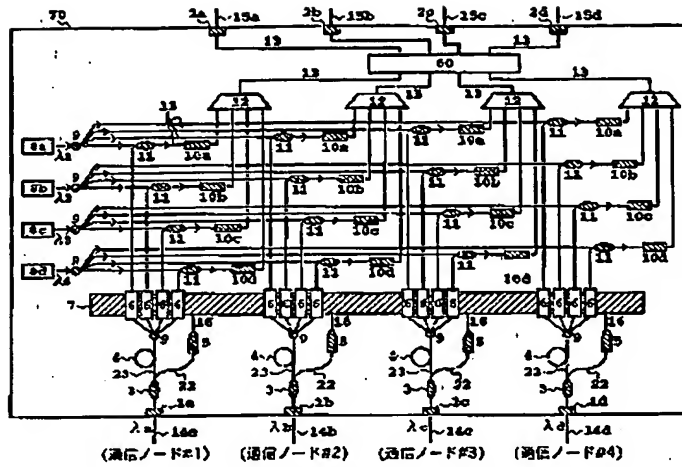
【図10】



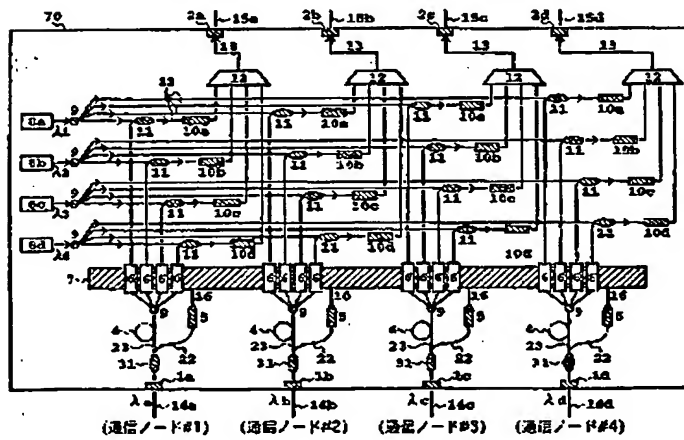
【図11】



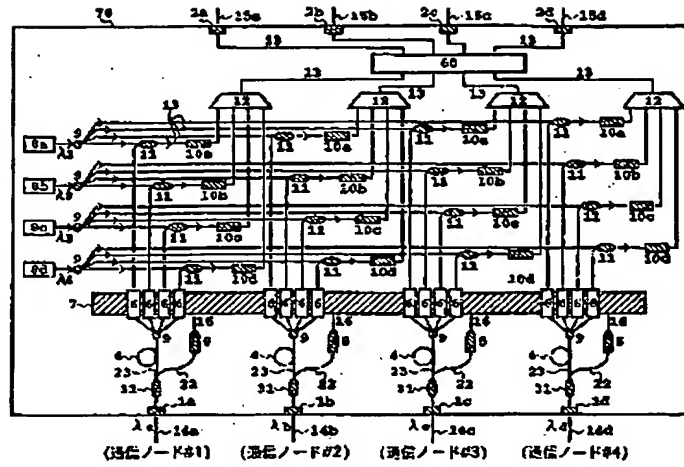
【図12】



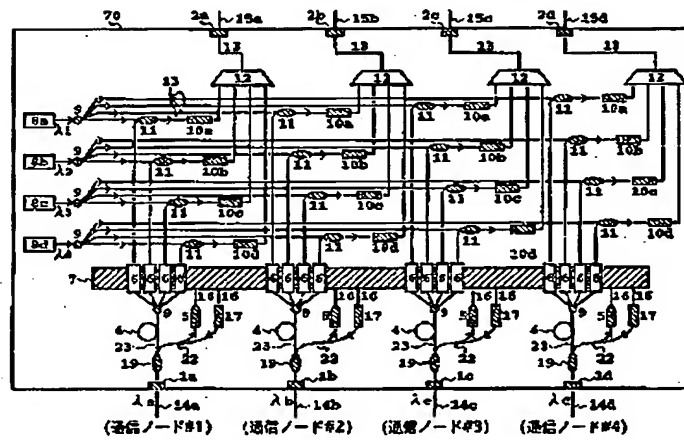
【図13】



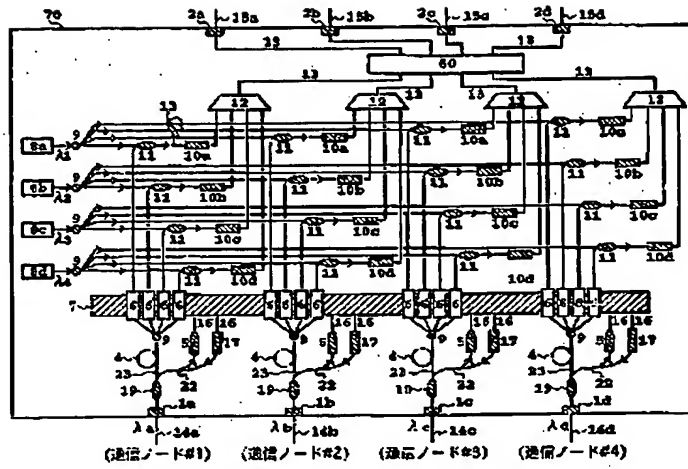
【図14】



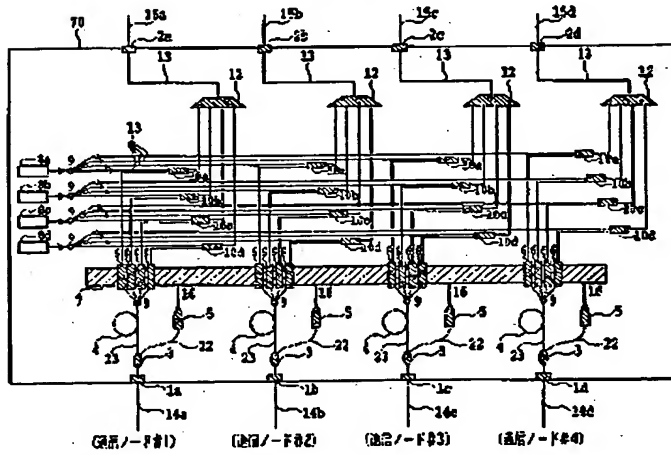
【図15】



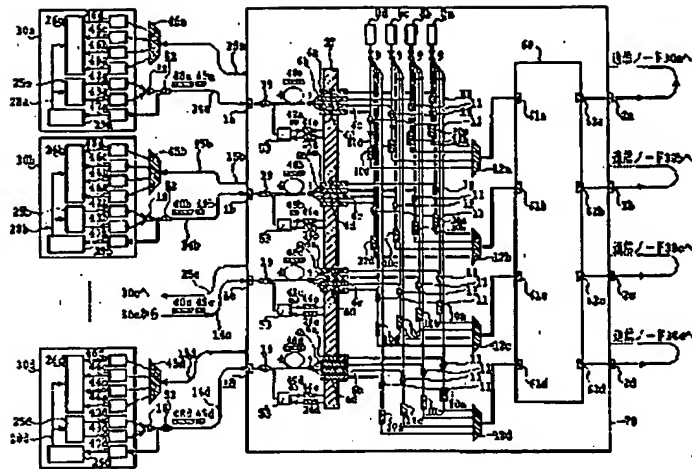
【図16】



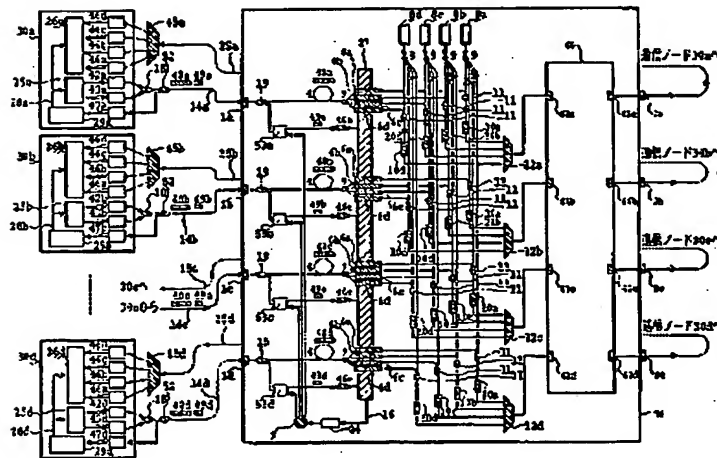
【図17】



【図18】

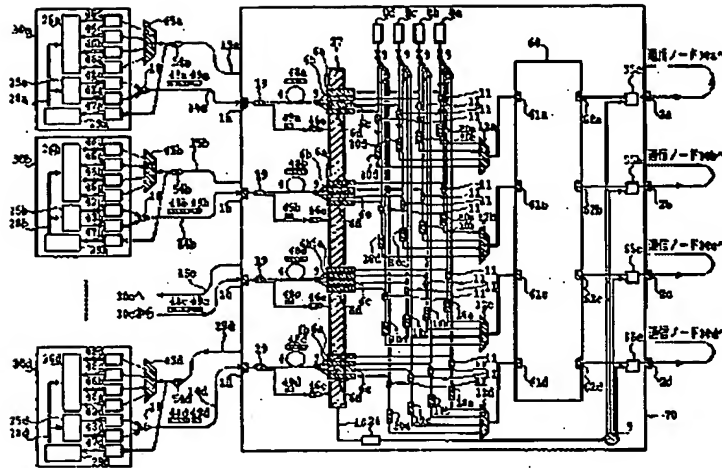


【図19】

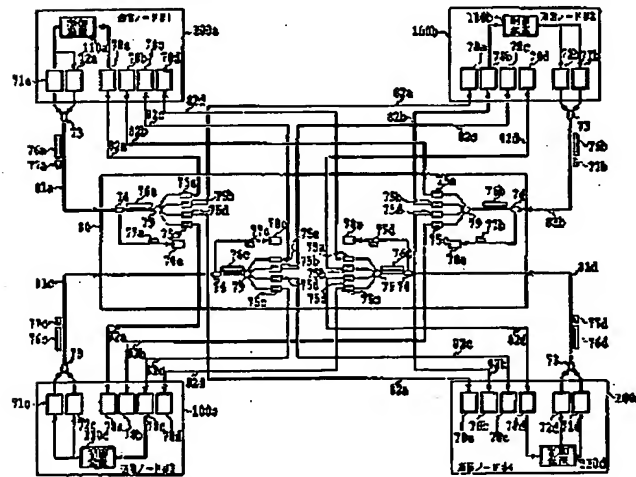




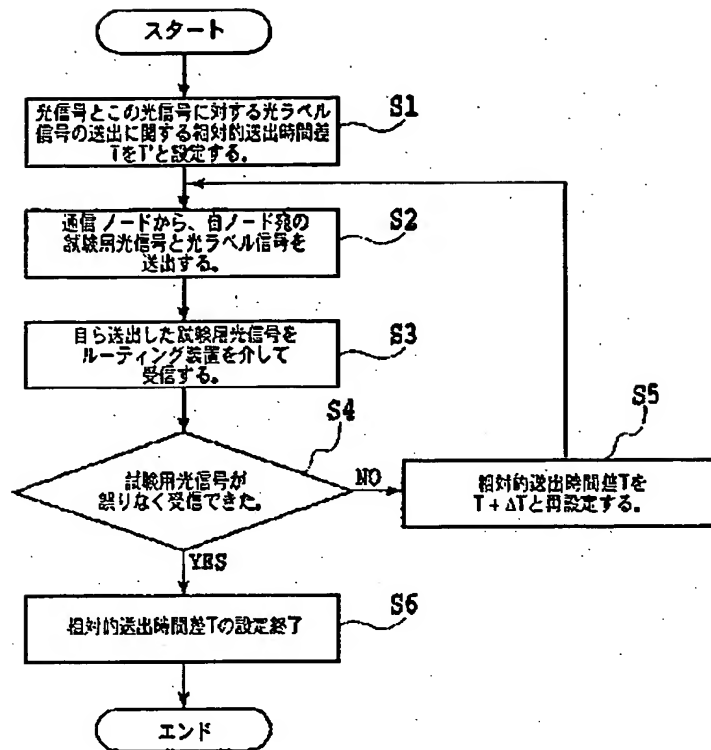
【図20】



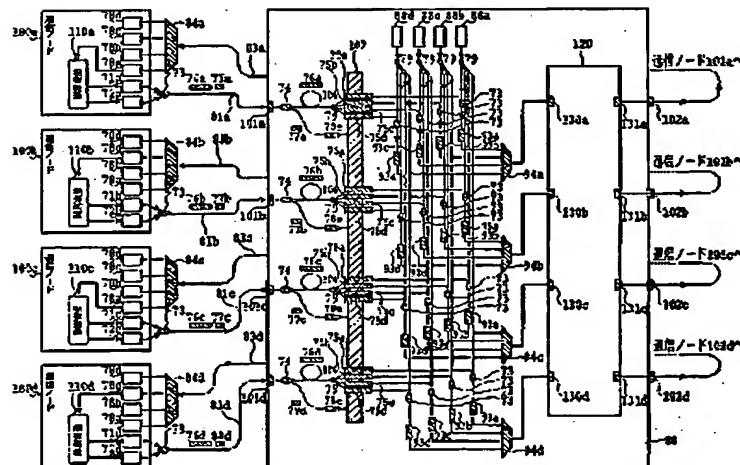
【図23】



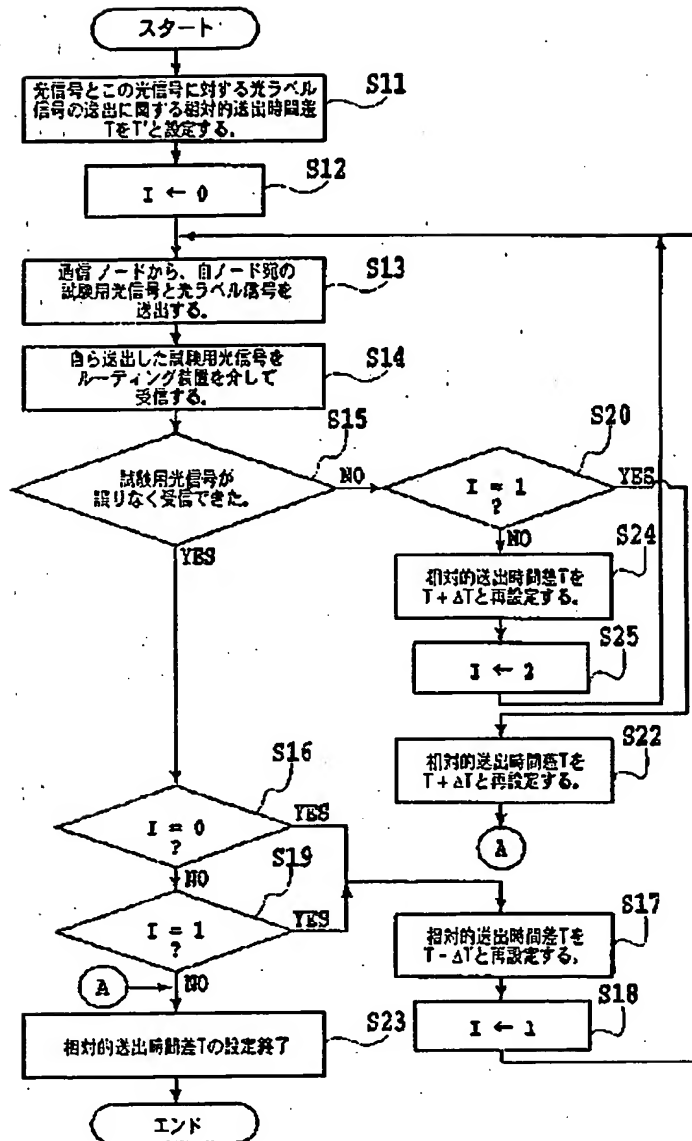
【図24】



【図26】



【図25】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
H04L 29/06  
H04Q 3/52

F1  
H04L 13/00 305Z  
Fターム(参考)

(72)発明者 界 義久  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 野口 一人  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 松岡 茂登  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 鈴木 扇太  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 加藤 和利  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K002 AA01 AA03 BA02 BA04 BA05  
DA02 DA09 DA13 FA01  
5K030 GA05 GA17 HA08 HC01 HC13  
JL03 KA21 KX20 LA17 LB05  
LD18  
5K034 AA11 AA16 BB06 EE02 QQ08  
RR01  
5K069 BA09 CB10 DB33 DB41 EA21  
EA23 EA24 EA26 EA30